



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

МЕХАНИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Практикум

**Минск
БНТУ
2017**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

МЕХАНИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Практикум

для студентов специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2017

УДК 69:65.011.54

ББК 38.6-5

М55

Составители:

*А.В. Вавилов, М.М. Гарост, Л.И. Передня, А.Я. Котлобай, А.Н. Смоляк,
А.А. Бежик, А.А. Котлобай, И.В. Бурмак, А.А. Замула, В.В. Лапёнок*

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая механика
и теория механизмов и машин» БГАТУ *А.Н. Орда*;
канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой лесных машин
и технологии лесозаготовок БГТУ *С.П. Мохов*

Механизация в строительстве : практикум для студентов специ-
М55 альности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» /
сост.: А.В. Вавилов [и др.]. – Минск : БНТУ, 2017. – 93 с.
ISBN 978-985-550-545-8.

Содержатся задания, описание устройства и работы строительных машин, их
краткие технические характеристики и методические указания по определению тех-
нико-эксплуатационных показателей.

Издание предназначено для студентов специальности «Промышленное и граж-
данское строительство» и может быть рекомендовано для студентов других строи-
тельных специальностей.

УДК 69:65.011.54

ББК 38.6-5

ISBN 978-985-550-545-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2017

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

З а д а н и е

1. Изучить назначение, устройство и принцип работы основных элементов объемного гидропривода.
2. Изучить условные обозначения основных элементов объемного гидропривода.
3. Вычертить принципиальную гидравлическую схему объемного гидропривода (рис. 1.1).
4. Произвести расчет производительности и мощности насоса в соответствии с вариантом задания (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Параметры	Обозначение	Варианты задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рабочий объем насоса, см ³	$V_{но}$	10	25	20	25	40	63	50	63	80	100
Частота вращения вала насоса, с ⁻¹	n_n	25	30	25	25	17	18	30	27	17	35
Давление рабочей жидкости, МПа	P_n	6,3	10	16	6,3	10	12,5	20	16	6,3	20
КПД гидромеханический насоса	$\eta_{н мех}$	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,89
КПД объемный насоса	$\eta_{н о}$	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,83	0,84

Общие сведения об устройстве и работе объемного гидропривода строительных машин

Объемным гидроприводом называется совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов посредством рабочей жидкости, находящейся под давлением. Гид-

ропривод состоит из одного или нескольких насосов, гидродвигателей (возвратно-поступательного или вращательного действия), контрольно-регулирующей и распределительной гидроаппаратуры, гидробака, фильтров и охладителей (средств, сохраняющих качество рабочей жидкости), трубопроводов.

На рис. 1.1 изображена принципиальная гидравлическая схема изучаемого объемного гидропривода, состоящего из двигателя *1* для привода вала насоса *2*, предохранительного гидроклапана *3* для контроля давления в трубопроводе на выходе из насоса, гидрораспределителей *4* и *5*, предохранительных гидроклапанов *6* и *7* для предохранения от гидроударов гидромотора *8*, дросселя *9*, обратного гидроклапана *10*, гидроцилиндра *11*, фильтра *12* для очистки рабочей жидкости, предохранительного гидроклапана *13* для контроля давления в сливной магистрали (в случае засорения фильтра), гидробака *14*.

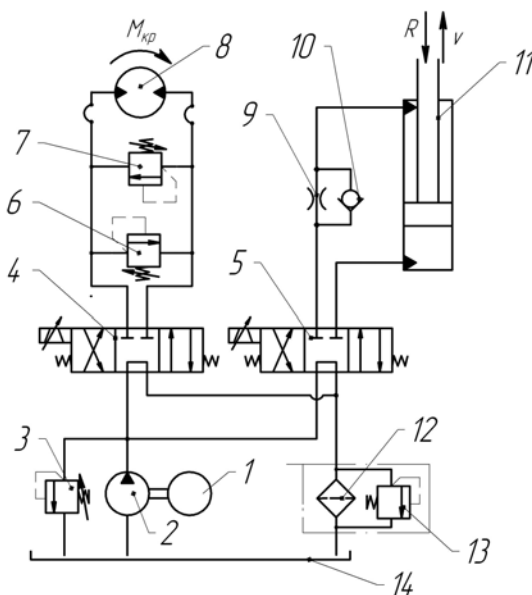


Рис. 1.1. Принципиальная гидравлическая схема объемного гидропривода

Насос *2* предназначен для преобразования механической энергии входного вала, приводимого от двигателя *1* (электродвигателя или

двигателя внутреннего сгорания), в гидравлическую энергию потока рабочей жидкости. При этом величина давления на выходе из насоса зависит от совокупности сопротивлений, встречаемых потоком рабочей жидкости на пути от насоса до гидробака. В случае когда оба гидрораспределителя 4 и 5 находятся в нейтральной позиции (на рис. 1.1 гидрораспределители подключены в нейтральной позиции), поток рабочей жидкости от насоса 2 проходит в гидробак через фильтр (холостой режим работы).

В случаях когда один или оба гидрораспределителя 4 и 5 переводятся из нейтрального в любое рабочее положение (необходимо мысленно перенести крайний правый или левый квадрат позиции гидрораспределителя на место нейтральной позиции и совместить стрелки, указывающие направление потоков, с подводящими гидролиниями), в работу включатся соответственно один или оба гидродвигателя (гидромотор 8 и гидроцилиндр 11). Направление движения гидродвигателей (вращение вала гидромотора в сторону по часовой стрелке или против часовой стрелки, выдвижение или втягивание штока гидроцилиндра) зависит от включения рабочих позиций гидрораспределителей 4 и 5.

В случае когда в рабочие позиции включены два гидрораспределителя, одновременная работа гидродвигателей возможна только при одинаковых требуемых давлениях. При неравных требуемых давлениях на входах в гидромотор и гидроцилиндр их совместная работа невозможна, так как весь поток рабочей жидкости будет уходить в сторону меньшего сопротивления. Это означает, что выходное звено более нагруженного гидродвигателя (шток гидроцилиндра или вал гидромотора) не будет перемещаться, а весь поток жидкости будет совершать работу по перемещению менее нагруженного выходного звена второго гидродвигателя.

Если в гидроприводе давление превышает допустимое значение, срабатывает предохранительный гидроклапан 3, отводящий часть потока рабочей жидкости от насоса в гидробак (режим перегрузки, обеспечивающий ограничение давления в гидроприводе и защиту его элементов от разрушения).

Для обеспечения плавности перемещения штока гидроцилиндра (при передвижении грузов) в гидроприводах используются замедлительные устройства, обычно состоящие из дросселя 9 и обратного клапана 10. При выдвижении штока гидроцилиндра 11 вверх жид-

кость из штоковой полости будет вытесняться через дроссель 9, который представляет собой гидравлическое сопротивление и обеспечивает плавность хода. Движение штока в противоположном направлении осуществляется при подаче жидкости в штоковую полость гидроцилиндра через дроссель 9 и обратный клапан 10, что обеспечивает увеличение скорости перемещения штока.

Два предохранительных гидроклапана 6 и 7 обеспечивают защиту гидромотора 8 от гидроударов при внезапном торможении привода (резком перемещении золотника гидрораспределителя из рабочей позиции в нейтральную).

Очистку рабочей жидкости от загрязнений (абразивов, продуктов изнашивания) в гидроприводах обеспечивают фильтры различного конструктивного исполнения.

Гидродвигателями называются устройства, предназначенные для преобразования гидравлической энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию их выходного звена.

Гидродвигатели, выходные звенья которых совершают линейные возвратно-поступательные движения, называются *гидравлическими цилиндрами* (гидроцилиндрами). Выходными звеньями гидроцилиндров являются штоки.

Гидродвигатели, выходные звенья которых совершают вращательные движения, называются *гидравлическими моторами* (гидромоторами). Выходными звеньями гидромоторов являются валы.

В зависимости от угла поворота выходного звена гидромоторы подразделяются на полно- ($\alpha > 360^\circ$) и неполноповоротные ($\alpha < 360^\circ$).

Гидромашины, в которых рабочий процесс основан на использовании кинетической энергии жидкости, называют *динамическими*, а машины, в которых процесс основан на использовании потенциальной энергии жидкости, *объемными*.

Основной особенностью объемных гидромашин является то, что они содержат по крайней мере одну рабочую камеру, объем которой изменяется в течение рабочего цикла. При этом каждая рабочая камера содержит подвижный элемент – вытеснитель, предназначенный для изменения ее объема. В качестве вытеснителей могут служить поршни, плунжеры, зубья шестерен, ролики, пластины, мембраны и т. д.

В процессе работы объемной гидромашины каждая ее рабочая камера поочередно сообщается с линией низкого и высокого давле-

ния, т. е. со всасывающей и нагнетательной линиями, а у двигателей – с линией высокого давления и с линией слива.

Величина развиваемого насосом давления зависит от сопротивления потребителя (гидродвигателя) и соединительных трубопроводов.

Величина потребляемого гидродвигателем давления рабочей жидкости зависит от величины реализуемой им нагрузки на выходном звене.

В гидроприводах мобильных машин применяют роторно-вращательные и роторно-поступательные насосы и гидромоторы, которые по виду рабочих органов разделяют на шестеренные, шиберные (пластинчатые) и поршневые. Различают радиальные и аксиальные роторно-поршневые гидромашины. По конструкции механизма передачи движения радиально-поршневые гидромашины классифицируют на кулачковые и кривошипные, а аксиально-поршневые – с наклонным блоком цилиндров и с наклонным диском.

Роторные гидромашины могут быть выполнены с нерегулируемым и регулируемым рабочим объемом и предназначены для работы как в режиме объемного насоса, так и в режиме объемного гидромотора с реверсивным и нереверсивным направлениями вращения вала и с реверсивным и нереверсивным направлениями движения потока рабочей жидкости.

В объемных гидроприводах мобильных машин широко применяют обратимые аксиально-поршневые гидромашины, предназначенные для использования как в режиме насоса, так и в режиме гидромотора.

Рабочим объемом насоса называется разность наибольшего и наименьшего значений его замкнутого объема за оборот вала. Фактически рабочий объем представляет собой объем вытесненной из насоса рабочей жидкости за один оборот его вала и измеряется в сантиметрах кубических за один оборот – см³/об.

Количество рабочей жидкости, подаваемой насосом в систему за единицу времени, называется его *подачей*.

Если известны рабочий объем насоса $V_{но}$ и частота вращения его вала n_n , его идеальную подачу можно определить по формуле

$$Q_{ид} = V_{но} n_n.$$

В связи с тем что между подвижными элементами насоса имеют место утечки рабочей жидкости, фактическая подача будет всегда меньше идеальной, т. е.

$$Q_{\text{нф}} = V_{\text{но}} n_{\text{н}} \eta_{\text{но}},$$

где $\eta_{\text{но}}$ – объемный КПД насоса:

$$\eta_{\text{но}} = \frac{Q_{\text{нф}}}{Q_{\text{нид}}} = \frac{Q_{\text{нид}} - Q_{\text{ну}}}{Q_{\text{нид}}},$$

где $Q_{\text{ну}}$ – величина утечек через зазоры в насосе.

Мощность, необходимую для привода насоса, определяют по формуле

$$N_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{нф}} p_{\text{н}}}{\eta_{\text{но}} \eta_{\text{н мех}}},$$

где $p_{\text{н}}$ – величина давления на выходе из насоса;

$\eta_{\text{н мех}}$ – гидромеханический КПД насоса.

В гидроприводах строительных и дорожных машин в качестве насосов наиболее широко используются шестеренные и аксиально-поршневые, а в качестве гидромоторов – аксиально- и радиально-поршневые.

Шестеренные насосы и гидромоторы – это гидромашины с рабочими камерами, образованными поверхностями зубчатых колес, корпуса и боковых крышек.

Шестеренные гидромашины выполняют с шестернями внешнего или внутреннего зацепления.

Конструкция шестеренного насоса с внешним зацеплением шестерен, представленная на рис. 1.2, включает две крышки 1 и 5, корпус 2, ведущую вал-шестерню 3, втулку 4, ведомую шестерню 7, устанавливаемую в корпусе посредством отверстия 8 на неподвижной оси 6, фиксирующий штифт 9, крепежные элементы 10, 11.

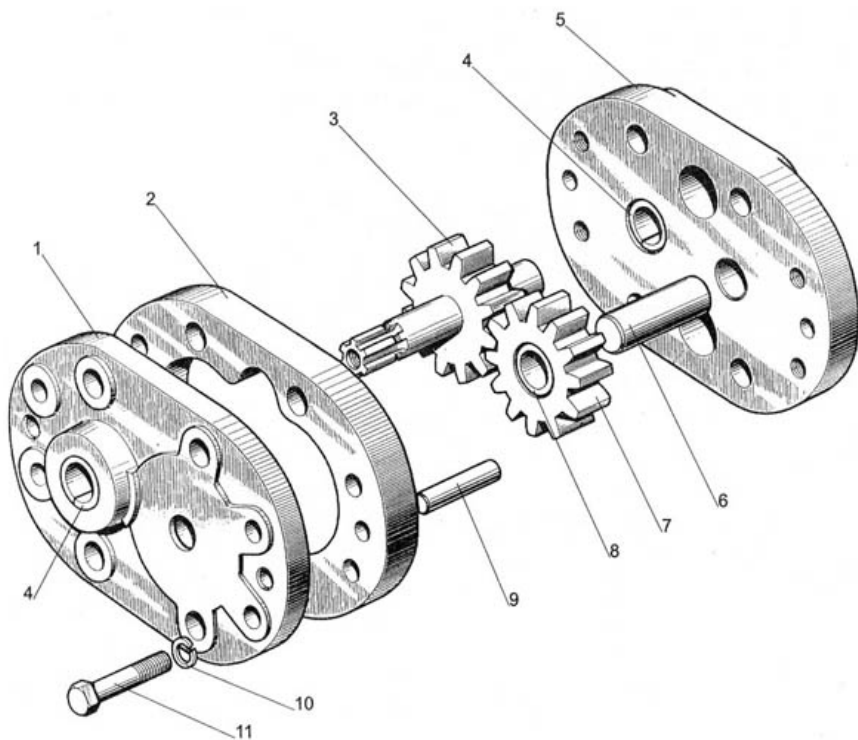


Рис. 1.2. Конструкция шестеренного насоса с внешним зацеплением шестерен

Рабочий процесс шестеренного насоса с внешним зацеплением происходит следующим образом (рис. 1.3). Ведущая шестерня 1 приводит во вращательное движение ведомую шестерню 2. При вращении шестерен в противоположные стороны в участке 3, где их зубья выходят из зацепления, увеличивается объем рабочей камеры, что приводит к понижению давления рабочей жидкости до вакуумметрического значения.

За счет образовавшегося перепада давления между гидробаком и всасывающей камерой насоса рабочая жидкость из гидробака будет поступать в межзубьевое пространство шестерен. При дальнейшем движении шестерен рабочая жидкость во впадинах между зубьями переносится из зоны всасывания 3 в зону нагнетания 4, где зубья шестерен, входящие в зацепление, вытесняют жидкость из впадин в на-

нагнетательную гидролинию под давлением, величина которого зависит от сопротивления потребителя и соединительных трубопроводов.

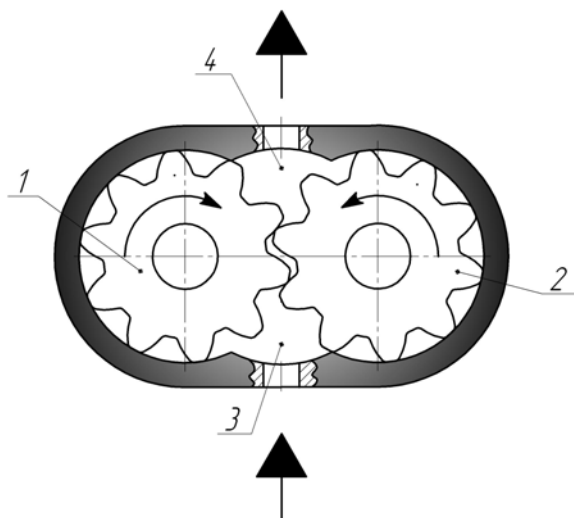


Рис. 1.3. Насос шестеренный

В радиальной гидромашине однократного действия (рис. 1.4) статор 1 подвижно размещен с эксцентриситетом e относительно ротора (блока цилиндров) 2. В цилиндрах, радиально выполненных в роторе, установлены плунжеры 3, контактирующие с опорной поверхностью статора. Радиальная гидромашина однократного действия в функции насоса работает следующим образом. При вращении ротора плунжеры совершают сложное движение – вращаются вместе с ротором, за счет центробежных сил прижимаются к направляющей дорожке статора, копируя ее, и совершают возвратно-поступательные движения, обеспечивающие изменение объемов рабочих камер цилиндров. В цилиндрах, проходящих при вращении зону полости (окна) 4, происходит увеличение объемов рабочих камер и заполнение их жидкостью, т. е. процесс всасывания. При переходе цилиндров в зону полости 5 происходит уменьшение объемов их рабочих камер и вытеснение жидкости в нагнетательную линию, т. е. процесс нагнетания.

Регулирование величины рабочего объема радиальных машин однократного действия достигается за счет изменения величины эксцентриситета e .

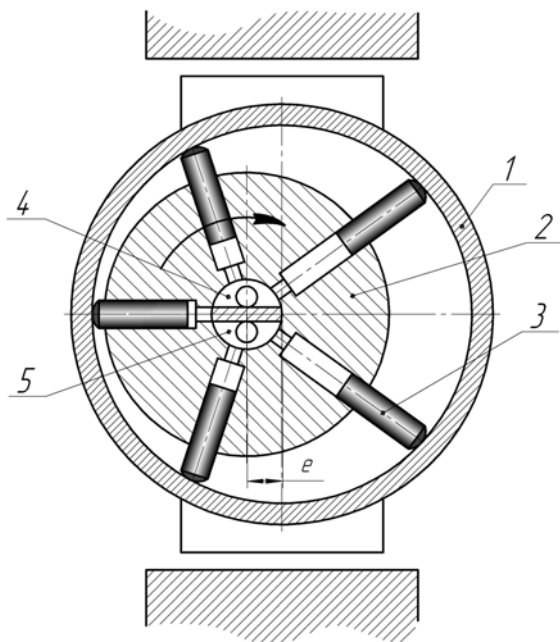


Рис. 1.4. Радиально-поршневая гидромашина

Работа радиальной гидромашины в функции гидромотора происходит следующим образом. В зависимости от требуемого направления вращения гидромотора рабочая жидкость подается в соответствующую полость (окно) 4 или 5. При этом на каждый из плунжеров, находящихся в зоне окна, через которое подводится рабочая жидкость, действует сила ее давления. В зоне контакта плунжера с наклонной поверхностью направляющей дорожки статора сила давления разлагается на нормальную и тангенциальную составляющие. Под воздействием тангенциальной составляющей происходит вращение ротора и, соответственно, выходного вала гидромашины.

Особенностью устройства радиальных гидромашин многократного действия является то, что их статоры выполнены с профильными направляющими дорожками, а число разделительных поясков на цапфовом распределителе в два раза больше кратности гидромашины.

Для увеличения рабочего объема радиальные гидромашины иногда выполняются многорядными с расположением цилиндров в нескольких параллельных плоскостях.

Аксиальные гидромашины характеризуются тем, что оси их цилиндров параллельны оси вращения блока цилиндров или составляют с ней угол не более 45° .

К положительным качествам аксиальных гидромашин следует отнести:

- высокое рабочее давление (35–70 МПа);
- быстроходность ($80\text{--}550\text{ с}^{-1}$);
- малую металлоемкость ($0,5\text{--}0,6\text{ кг/кВт}$);
- широкий диапазон регулирования частоты вращения вала гидромотора ($1:100$ – при переменных и $1:1000$ – при постоянных нагрузках);
- возможность работы гидромоторов на низких частотах вращения (до $0,01\text{ с}^{-1}$);
- большую долговечность (до 12000 ч);
- высокое быстродействие (изменение подачи от нулевой до максимальной и наоборот за $0,04\text{--}0,08\text{ с}$);
- низкие эксплуатационные затраты и быструю окупаемость.

Различают аксиальные гидромашины с наклонным блоком цилиндров и с наклонной шайбой.

На рис. 1.5 изображены основные элементы конструкции аксиально-поршневой гидромашины с наклонной шайбой.

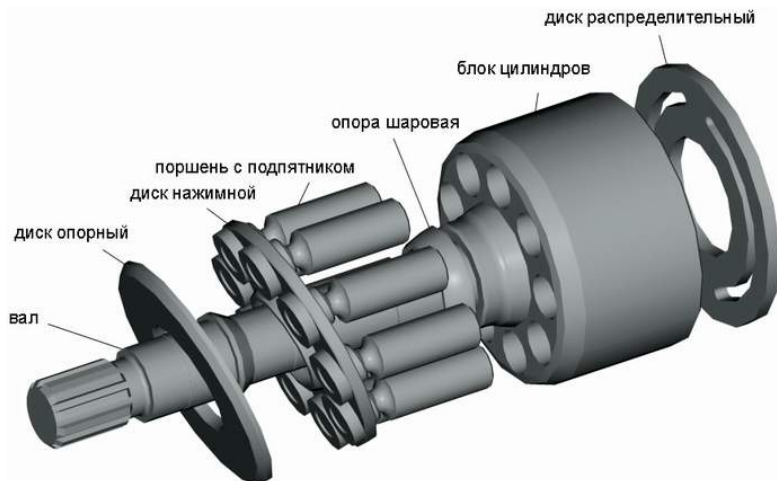


Рис. 1.5. Элементы конструкции аксиально-поршневой гидромашины с наклонной шайбой

На рис. 1.6 представлена конструктивная схема аксиально-поршневой гидромашины с наклонной шайбой.

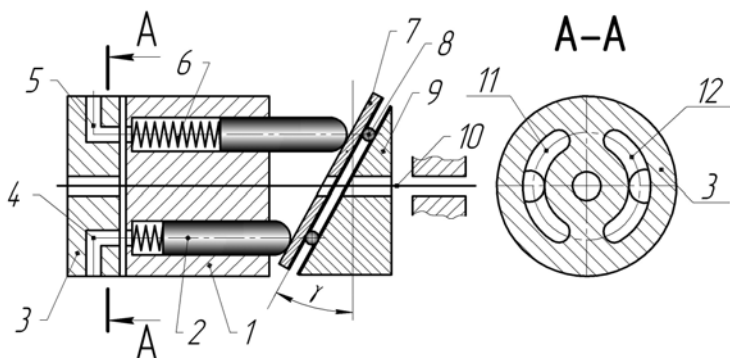


Рис. 1.6. Конструктивная схема аксиально-поршневой гидромашины с наклонной шайбой

Рассматриваемая гидромашина состоит из блока цилиндров 1, плунжеров 2, торцового распределителя 3 с входным и выходным каналами 4 и 5, пружин 6, наклонной шайбы 7, установленной на подшипниках 8 опорного диска 9, вала 10.

При работе гидромашины в функции насоса вал 10 приводит во вращение блок цилиндров 1, в котором совершают возвратно-поступательное движение плунжеры 2.

При этом блок цилиндров скользит по неподвижной торцевой поверхности распределителя 3, связывающего аксиальные цилиндрические отверстия блока с входным и выходным отверстиями 4 и 5 торцового распределителя 3 посредством серповидных окон 11, 12. Величина хода плунжеров и, соответственно, подача насоса определяются углом наклона γ шайбы 7. Когда плунжеры под воздействием пружин 6 выдвигаются из блока цилиндров и одновременно поворачиваются вместе с блоком, скользя при этом по отверстию 11 торцового распределителя 3, происходит процесс всасывания рабочей жидкости, при их обратном ходе с одновременным скольжением по серповидному отверстию 12 – нагнетание. За один оборот вала каждый плунжер совершает один рабочий цикл.

На рис. 1.7 представлена конструктивная схема аксиально-поршневой гидромашины с наклонным блоком цилиндров.

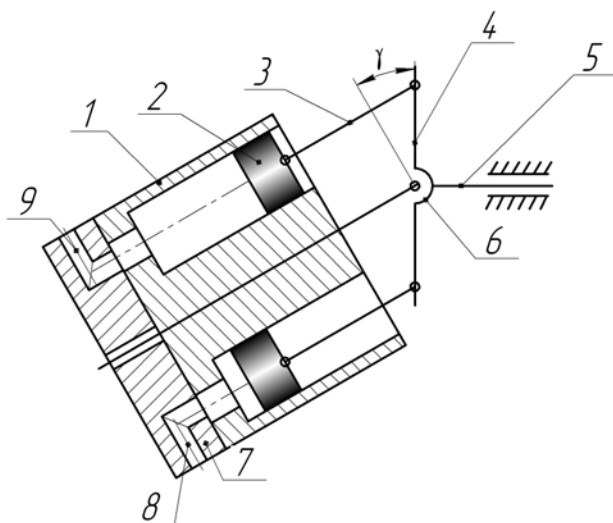


Рис. 1.7. Аксиально-поршневая гидромашина с наклонным блоком цилиндров

Гидромашина состоит из блока цилиндров *1*, поршней *2*, шатунов *3*, фланца *4*, связанного с валом *5* посредством карданной передачи *6*, торцового распределителя *7* с входным и выходным отверстиями *8* и *9*.

Благодаря наличию угла наклона γ между блоком цилиндров и фланцем *4* поршни *2* совершают возвратно-поступательное движение при одновременном вращении вокруг оси вала карданной передачи *6*. За один оборот вала каждый поршень совершает один рабочий цикл, состоящий из тактов всасывания и нагнетания рабочей жидкости при работе в режиме насоса и тактов нагнетания и слива рабочей жидкости при работе в режиме гидромотора.

Гидроцилиндром называется гидродвигатель, выходное звено которого совершает линейные возвратно-поступательные движения. В зависимости от направления реализуемого рабочего (полезного) усилия гидроцилиндры подразделяются на одно- и двухстороннего действия.

На рис. 1.8 изображена конструкция гидроцилиндра двухстороннего действия.

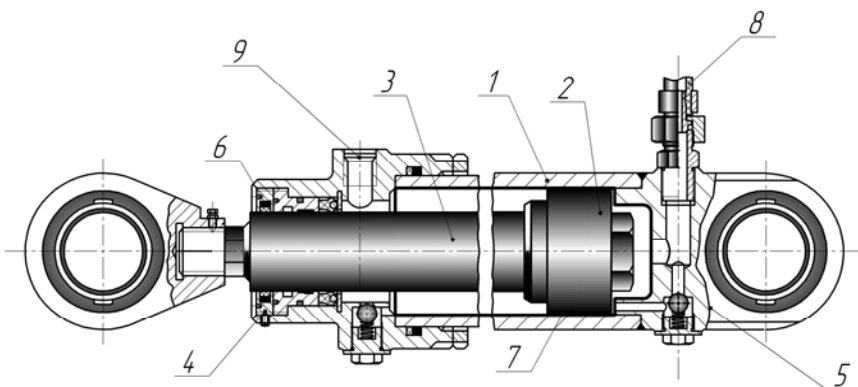


Рис. 1.8. Гидроцилиндр двухстороннего действия

В гидроцилиндрах двухстороннего действия движение выходного звена (штока) 3 происходит в обе стороны под давлением рабочей жидкости, воздействующей на рабочие поверхности поршня 2,двигающегося в корпусе 1, закрытом с торцевых сторон двумя крышками 4 и 5. Уплотнения 6 в крышке 4 предотвращают вытекание рабочей жидкости из штоковой полости корпуса наружу, а уплотнения 7 ограничивают перетекание рабочей жидкости из полости высокого давления в полость низкого давления внутри корпуса гидроцилиндра. К отверстиям 9, выполненным в крышках, подключаются трубопроводы 8 для сообщения гидроцилиндра с гидролиниями напора и слива.

В гидроцилиндрах одностороннего действия движение выходного звена в одну сторону происходит за счет давления рабочей жидкости, а в противоположную – за счет внешних сил (нагрузки).

Гидравлическими распределителями (гидрораспределителями) называют устройства, предназначенные для изменения направления потока рабочей жидкости в объемных гидроприводах, для пуска и остановки гидродвигателей, обеспечения их реверсивного движения.

В гидроприводах строительных машин наиболее часто используются гидрораспределители золотникового типа. На рис. 1.9–1.11 представлена конструкция золотникового гидрораспределителя, соответствующая условным обозначениям 4 и 5 на схеме, изображенной на рис. 1.1.

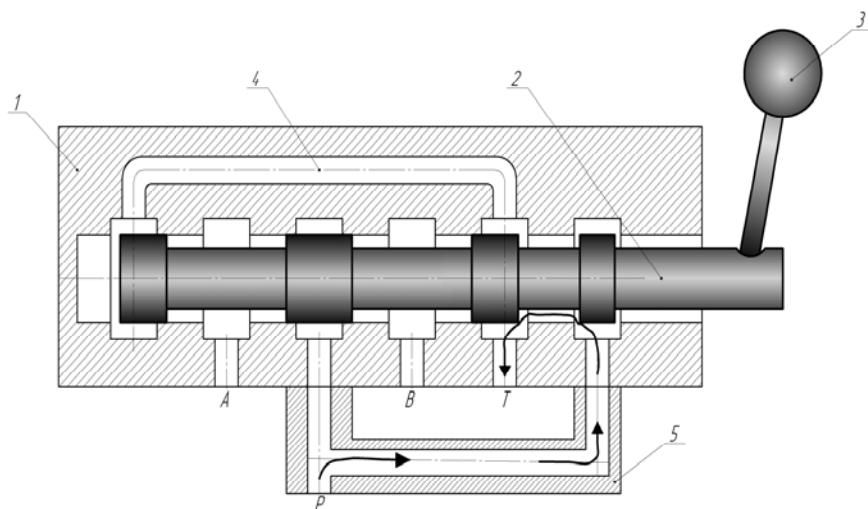


Рис. 1.9. Гидрораспределитель с золотником, установленным в нейтральную позицию

Гидрораспределитель (см. рис. 1.9) состоит из корпуса 1, золотника 2 и рычага управления 3. Каналы корпуса, посредством которых гидрораспределитель соединяется с элементами объемного гидропривода, имеют буквенное обозначение. Канал, обозначенный буквой «Р» на рис. 1.9–1.11, в соответствии со схемой на рис. 1.1 подключается к напорной магистрали насоса 2. Каналы А и В – к гидродвигателю (к гидроцилиндру 11 или к гидромотору 8), канал Т – к сливной магистрали, проходящей через фильтр 12.

При установке золотника 2 в нейтральную позицию (см. рис. 1.9) рабочая жидкость, проходя в соединение 5 напорного канала Р через зону кольцевых проточек между корпусом и золотником, поступает в канал Т на слив. Гидродвигатель при этом остановлен.

При перемещении золотника в первую рабочую позицию (рис. 1.10) гидродвигатель включается в работу посредством жидкости, поступающей из напорной магистрали через канал Р в канал А, соединенный трубопроводом с рабочей полостью гидродвигателя. Из второй рабочей полости гидродвигателя жидкость через канал В проходит в канал Т на слив в бак.

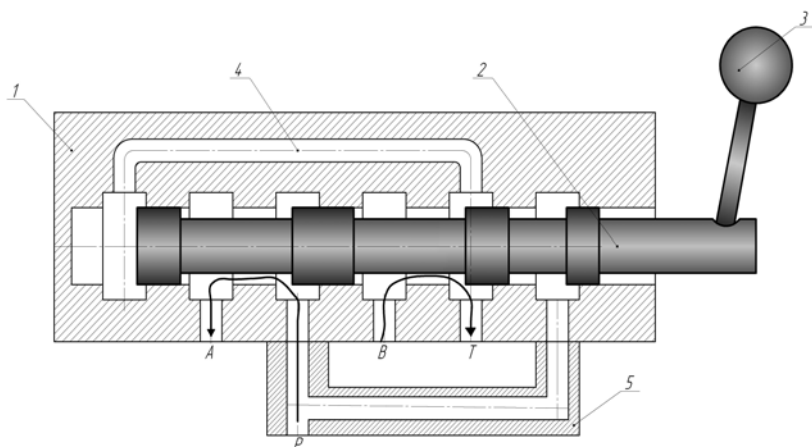


Рис. 1.10. Гидрораспределитель с золотником, установленным в первую рабочую позицию

При перемещении золотника во вторую рабочую позицию (рис. 1.11) выходное звено гидродвигателя (шток гидроцилиндра или вал гидромотора) совершает реверсивное движение под воздействием жидкости, поступающей из напорного канала Р в канал В.

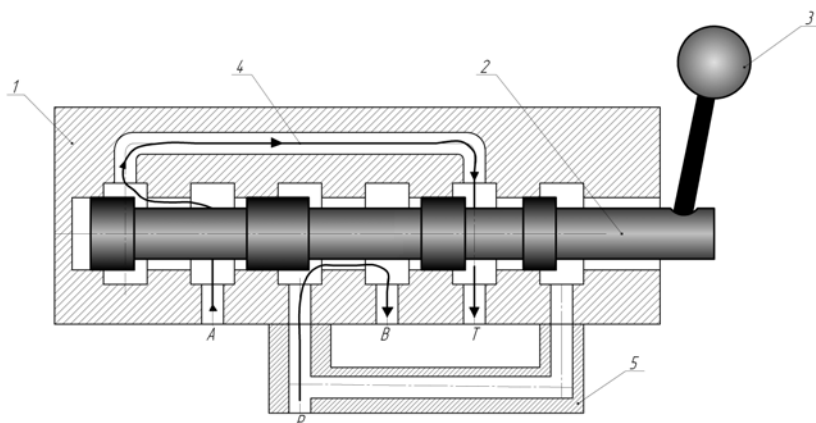


Рис. 1.11. Гидрораспределитель с золотником, установленным во вторую рабочую позицию

Через канал А жидкость от гидродвигателя сливается по каналу Т в гидробак.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРОВ

З а д а н и е

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу бульдозеров.
2. Вычертить схему бульдозера и гидравлическую систему управления отвалом (в соответствии с указанием преподавателя).
3. В соответствии с вариантом задания (табл. 2.1) определить эксплуатационную производительность бульдозера при копании и перемещении грунта, а также при планировочных работах.

Таблица 2.1

Параметры	Обозначения	Варианты задания					
		1	2	3	4	5	6
Средняя глубина копания, м	h	0,07	0,16	0,12	0,18	0,20	0,15
Путь транспортирования, м	$l_{\text{тр}}$	70	80	30	60	100	40
Угол местности, градус: подъем, спуск	α, \pm	+5	–5	–10	–10	0	+10
Род грунта (табл. 2.2)		СГ	ПС	СЛ	ПК	ПС	СП
Длина планируемого участка, м	l	70	60	80	70	80	50
Угол установки отвала в плане, градус	φ	90	63	90	63	90	63
Ширина перекрытия проходов, м	b	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3
Число проходов при планировании	$n_{\text{пр}}$	2	1	2	2	1	3
Размеры отвала, м длина высота	L	2,56	3,97	2,60	4,12	3,64	2,86
	H	0,80	1,00	0,90	1,00	1,23	0,95
Скорость движения, км/ч при копании при транспортировании и обратном ходе	$v_{\text{к}}$	2,42	2,36	3,47	3,2	2,85	3,47
	$v_{\text{тр}}, v_{\text{о}}$	3,04	3,78	4,66	3,92	5,04	4,66

Общие сведения об устройстве бульдозеров

Бульдозеры предназначены для послойной разработки (копания) и перемещения грунта на расстояние до 100 м, а также для выполнения планировочных работ.

Бульдозеры классифицируют по номинальному тяговому усилию, типу ходовых систем базовых машин, назначению, конструктивным особенностям навесного оборудования.

Основным классификационным параметром является номинальное тяговое усилие, по которому различают бульдозеры:

- 1) очень легкие (малогабаритные) – с номинальным тяговым усилием до 25 кН;
- 2) легкие (25–135 кН);
- 3) средние (135–200 кН);
- 4) тяжелые (200–350 кН);
- 5) сверхтяжелые (свыше 350 кН).

Модели гусеничных бульдозеров определены по тяговым классам тракторов типоразмерным рядом: 3, 4, 6, 10, 15, 25, 35, 50, 75 и 100, охватывающим бульдозеры с номинальным тяговым усилием трактора 30–1000 кН.

По типу ходовой системы различают бульдозеры гусеничные и пневмокошесные. Гусеничные машины получили преимущественное распространение благодаря низкому давлению на грунт в сочетании с реализацией значительных тяговых усилий и высоких сцепных свойств ходовых систем. Колесные машины применяются тогда, когда определяющими в работе являются высокие транспортные скорости.

По назначению различают бульдозеры общего, специального и многоцелевого назначения.

Бульдозеры общего назначения приспособлены для выполнения землеройно-транспортных и планировочных работ в различных грунтовых условиях при температуре окружающего воздуха от +40 до –40 °С.

Бульдозеры специального назначения обеспечивают выполнение узкоспециализированных работ определенного вида: чистку снега, сгребание торфа, разработку сыпучих материалов, толкание скрепоров при загрузке, проведение подземных работ и т. д.

Бульдозеры многоцелевого назначения наряду с выполнением традиционных землеройно-транспортных работ используются для разра-

ботки и засыпки узкопрофильных траншей, каналов, скважин, проведения земляных работ на мерзлых грунтах, погрузочно-разгрузочных работ. В этом случае бульдозерное оборудование агрегируют с задним оборудованием экскаватора, рыхлителя, каналокопателя, бурильно-крановой машины или используют в наборе рабочих органов.

По способу установки рабочего органа различают бульдозеры с неповоротным и поворотным отвалами. Бульдозер с неповоротным отвалом (рис. 2.1) имеет неизменяемое положение рабочего органа, перпендикулярное продольной оси трактора, у бульдозера с поворотным отвалом (рис. 2.2) рабочий орган может быть установлен под углом в обе стороны к оси трактора. Оба типа бульдозеров могут быть оборудованы механизмом перекоса отвала.

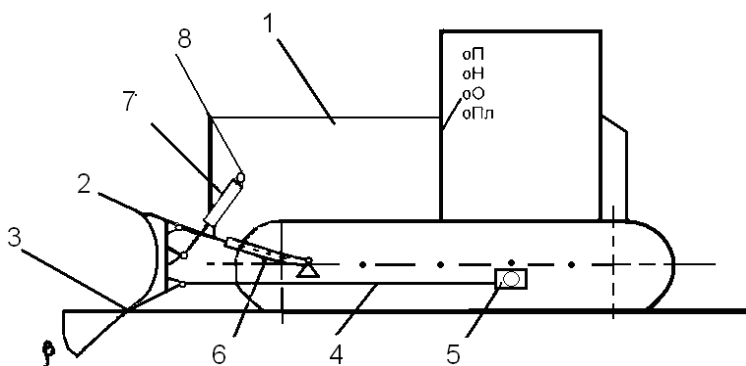


Рис. 2.1. Схема бульдозера с неповоротным отвалом

По типу отвала подразделяют бульдозеры с прямым, полусферическим, сферическим и специальным (угольным, для сыпучих материалов, с толкающей плитой, с амортизаторами и т. п.) отвалом.

По приводу рабочего оборудования различают бульдозеры с гидравлическим и канатно-блочным управлением. Все современные бульдозеры оснащают гидрофицированным управлением подъема-опускания отвала, а тяжелые бульдозеры – также с гидроперекосом отвала.

Бульдозер (см. рис. 2.1 и 2.2) состоит из трактора и бульдозерного оборудования, содержащего рабочий орган – отвал с ножом, установленный впереди трактора, толкающую раму или толкающие брусья, элементы крепления оборудования к трактору, агрегаты гидропривода.

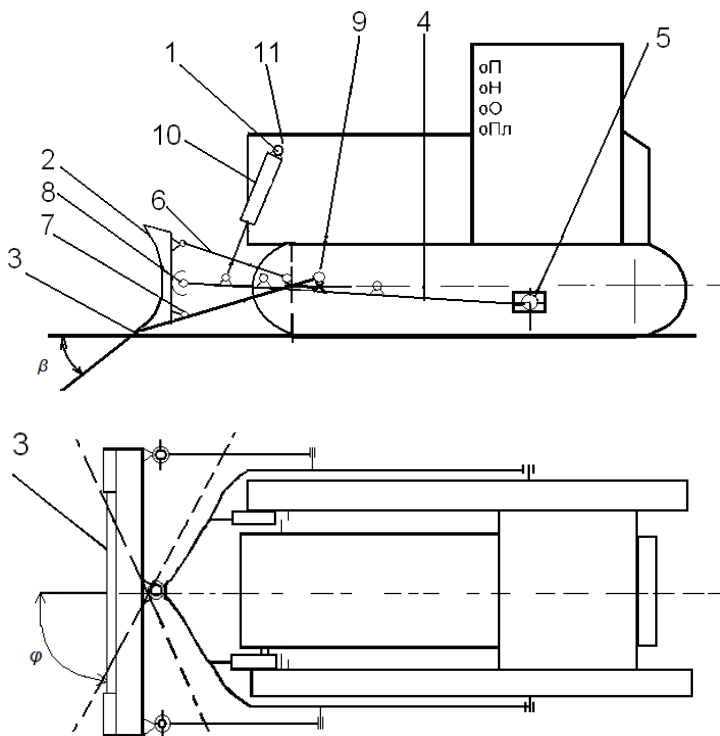


Рис. 2.2. Схема бульдозера с поворотным отвалом

Неповоротный отвал 2 (см. рис. 2.1) с режущими ножами 3 крепится к базовой машине 1 посредством двух толкающих брусьев 4, шарнирных опор 5, раскосов 6 и гидроцилиндров 7. Штоки гидроцилиндров 7 прикреплены к тыльной стороне отвала, а сами цилиндры – к кронштейнам 8 на раме трактора. Соединение отвала с концами толкающих брусьев бывает жестким неразъемным (брусья приварены к отвалу) и шарнирным. При шарнирном креплении можно регулировать угол резания β ($45-60^\circ$) и угол поперечного перекаса в вертикальной плоскости $\pm(4-12^\circ)$. Это достигается применением винтовых раскосов переменной длины или гидроцилиндров, заменяющих раскосы. Винтовой раскос состоит из трубы, навинченной на два шарнирных наконечника, имеющих противоположную по направлению резьбу.

Поворотный отвал 2 (см. рис. 2.2) с режущими ножами 3 крепится к базовой машине 1 посредством толкающей П-образной рамы 4, установленной на раме машины с помощью шарнирных опор 5 и гидроцилиндров 10. В средней точке отвал соединен с толкающей рамой посредством шарового шарнира 8, а по краям – посредством четырех толкателей (раскосов) 6 и 7. Верхние толкатели 6 для регулировки углов резания и поперечного перекоса выполняются винтовыми либо в виде гидроцилиндров. Они соединяют верхнюю часть отвала с нижними толкателями 7, которые, в свою очередь, соединяют нижнюю часть отвала с толкающей рамой. Штоки гидроцилиндров 10 прикреплены к толкающей раме 4, а сами цилиндры – к кронштейнам 11 на раме машины.

На большинстве бульдозеров применяется ручная система поворота отвала в плане. Посредством перестановки задних концов нижних толкателей вдоль толкающей рамы и крепления их в дополнительных предусмотренных для этой цели отверстиях 9 отвал может быть установлен под углом ϕ относительно шарового шарнира. Эта операция производится до начала работы. При гидравлическом повороте нижние толкатели 7 выполняются в виде гидроцилиндров и установка отвала в плане производится из кабины. Угол поворота в плане 25–27° в каждую сторону.

Подъем-опускание отвала осуществляют одним или двумя гидроцилиндрами с использованием гидросистемы трактора. Для обеспечения быстродействия навесной системы и эффективного внедрения отвала в грунт используют мощный гидропривод, потребляющий 30–40 % мощности двигателя, с рабочим давлением до 20 МПа.

Гидравлическая система управления отвалом (рис. 2.3) состоит из гидроцилиндров 10, масляного насоса 1, имеющего привод от двигателя; маслобака 2, предохранительного клапана 3, фильтра 4, золотникового гидравлического распределителя 5 с рычагом управления 6, расположенным в кабине трактора; маслопроводов 7, 8, 9, 11.

Гидроцилиндр 10 подъема отвала состоит из цилиндрического корпуса, поршня 12 и штока 13, соединенного с рабочим оборудованием. Золотник распределителя при управлении отвалом может занимать четыре положения:

1) Н – нейтральное, при котором отвал зафиксирован перекрытием маслопроводов 9 и 11;

2) П – подъем отвала посредством подачи масла под давлением в нижнюю полость гидроцилиндра и слива его из верхней полости в бак;

3) О – опускание отвала посредством подачи масла в верхнюю полость гидроцилиндра и слива его из нижней полости в бак;

4) Пл – плавающее положение отвала посредством соединения противоположных полостей гидроцилиндра друг с другом, а также с баком.

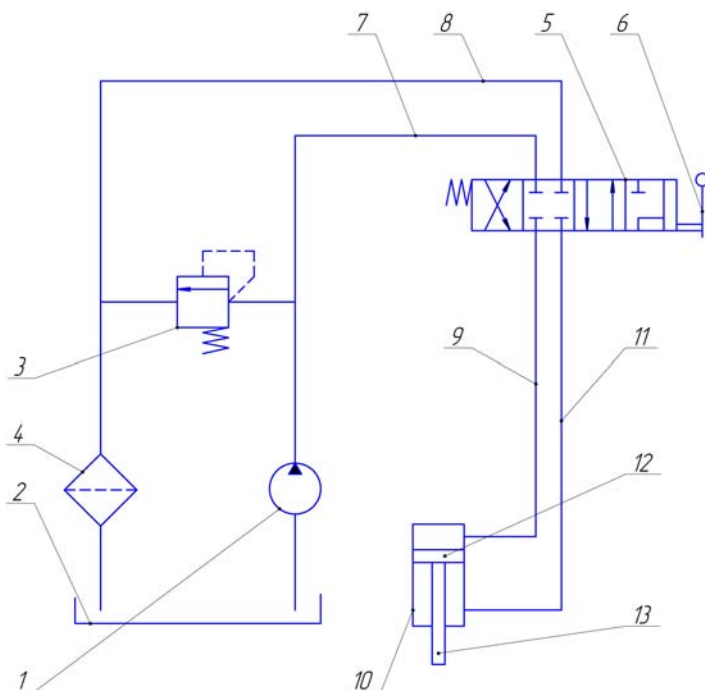


Рис. 2.3. Схема гидравлической системы управления отвалом

Определение эксплуатационной производительности бульдозера при копании и перемещении, а также при планировочных работах осуществляется в соответствии с вариантом задания (см. табл. 2.1).

Полный рабочий цикл бульдозера при копании и перемещении грунта состоит из следующих операций:

- 1) внедрение отвала в грунт и набор призмы волочения (копание);
- 2) перемещение грунта к месту укладки (транспортирование);

- 3) укладка (разгрузка) грунта слоями или грудями;
 - 4) возвращение в забой (обратный ход);
 - 5) опускание отвала и установка его в положение внедрения.
- Время рабочего цикла бульдозера подсчитывается по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{о}} + t_{\text{доп}}, \text{ с},$$

где $t_{\text{к}}$, $t_{\text{тр}}$, $t_{\text{о}}$ – соответственно время копания, транспортирования и обратного хода;

$t_{\text{доп}}$ – дополнительные затраты времени:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оп}} + 2t_{\text{пов}} \approx 0,5 \text{ мин},$$

где $t_{\text{п}}$ – время переключения передач: $t_{\text{п}} \approx 5 \text{ с}$;

$t_{\text{оп}}$ – время опускания отвала: $t_{\text{оп}} \approx 2 \text{ с}$;

$t_{\text{пов}}$ – время поворота: $t_{\text{пов}} \approx 10 \text{ с}$.

При челночной схеме работы без поворотов машины $t_{\text{пов}} = 0$.

Время на укладку грунта в расчете цикла не учтено, так как оно обычно совмещается с временем транспортирования.

Длительность основных операций рабочего цикла определяется с учетом пути и скорости передвижения бульдозера на этих операциях:

$$t_{\text{к}} = \frac{l_{\text{к}}}{v_{\text{к}}}; \quad t_{\text{тр}} = \frac{l_{\text{тр}}}{v_{\text{тр}}};$$

$$t_{\text{о}} = \frac{l_{\text{к}} + l_{\text{тр}}}{v_{\text{с}}}.$$

В эти формулы путь подставляется в метрах, а скорость – в метрах в секунду. Копание грунта обычно осуществляется на первой передаче в коробке передач трактора, транспортирование – на второй, а обратный ход – на третьей передаче или задним ходом.

Путь копания зависит от объема грунта q , накапливаемого перед отвалом, и глубины копания h :

$$l_{\text{коп}} = \frac{q}{hL}, \text{ м};$$

$$q = \frac{LH^2 k_{\text{ог}}}{2 \text{tg} \rho_0 k_p}, \text{ м}^3,$$

где L, H – длина и высота отвала;

$k_{\text{ог}}$ – коэффициент уменьшения объема призмы грунта (табл. 2.2);

ρ_0 – угол естественного откоса грунта (табл. 2.3);

k_p – коэффициент разрыхления (табл. 2.3).

Таблица 2.2

Ориентировочные значения коэффициента $k_{\text{ог}}$ уменьшения объема призмы грунта с учетом его вязкости и отношения H/L

H/L	Несвязные грунты	Связные грунты
0,15	0,64	0,97
0,20	0,63	0,93
0,25	0,62	0,89
0,30	0,61	0,85
0,35	0,58	0,82
0,40	0,54	0,78

Таблица 2.3

Значение угла естественного откоса ρ_0 и коэффициент разрыхления k_p

Род грунта	Сокращенное обозначение	ρ_0 , град	k_p
Песок средний	ПС	35	1,08–1,17
Песок крупный	ПК	32	1,08–1,17
Супесь	СП	34	1,08–1,17
Суглинок тяжелый	СГ	40	1,24–1,30
Суглинок легкий	СЛ	30	1,15–1,28
Растительный	Р	35	1,24–1,30

Эксплуатационная производительность бульдозера определяется с учетом количества грунта перед отвалом q , времени цикла $T_{\text{ц}}$ и поправочных коэффициентов по формуле

$$P_{\text{э}} = \frac{3600q}{T_{\text{ц}}} k_{\text{п}} k_{\text{у}} k_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта от дальности транспортирования:

$$k_{\text{п}} \approx 1 - 0,005 l_{\text{тр}};$$

$k_{\text{у}}$ – коэффициент, учитывающий изменения производительности в зависимости от угла α наклона местности к горизонту (табл. 2.4);

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени: $k_{\text{в}} = 0,8-0,9$.

Таблица 2.4

α , градус	0	Подъем			Спуск		
		+5	+10	+15	–5	–10	–15
$k_{\text{у}}$	1	0,8	0,5	0,45	1,3	1,8	2,3

Для увеличения производительности бульдозера при копании легких грунтов с обоих концов отвала устанавливают сменные уширители, открьлки и удлинители, применяют сферические и полусферические отвалы. Для уменьшения потерь грунта при транспортировании используют технологические приемы:

- 1) перемещение с непрерывным дополнительным подрезанием грунта на глубину 5–10 см для компенсации потери;
- 2) перемещение в ранее сооруженной с помощью двух валиков грунта траншее, которая предохраняет призму грунта от потерь;
- 3) перемещение с промежуточным накоплением грунта, который подхватывается отвалом при последующих проходах и восполняет потери.

Эксплуатационная производительность бульдозера при планировочных работах находится по формуле

$$П_э = \frac{3600l(L-b)k_b}{n_{пр} \left(\frac{l}{v_{пл}} + t_{пов} \right)}, \text{ м}^2/\text{ч},$$

где $n_{пр}$ – число проходов при планировочных работах.

Величины, входящие в формулу для расчета $П_э$, даны в табл. 2.1. $v_{пл}$ можно принять равной $v_{тр}$, а k_b и $t_{пов}$ могут быть приняты из предыдущего расчета.

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ И КАНАТНЫМ ПРИВОДОМ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

З а д а н и е

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и рабочий процесс одноковшовых экскаваторов с гидравлическим и канатным приводом.
2. Вычертить принципиальную схему экскаватора в соответствии с вариантом задания (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Показатели	Варианты задания					
	1	2	3	4	5	6
Индекс машины	ЕК-12	ЕА-17	ЕК-18	ЕТ-14	ЕТ-18	ЕТ-25
Категория разрабатываемого грунта	I	I	II	III	IV	IV
Коэффициент разрыхления k_p	1,20–0,95	1,15–1,0	1,25–0,90	1,27–0,80	1,35–0,75	1,37–0,70
Коэффициент влияния трудности разработки k_t	1,0	1,0	0,950	0,85	0,75	0,77
Коэффициент наполнения ковша k_n	0,95–1,02	0,95–1,02	1,05–1,12	1,08–1,18	1,0–1,1	1,0–1,1
Коэффициенты пропорциональности k_i :						
– копание $k_{ик}$	1,65	1,65	1,36	1,54	1,49	1,49
– поворот на выгрузку $k_{ип}$	1,85	1,65	1,82	1,83	1,62	1,62
– выгрузка $k_{ив}$	0,85	1,65	1,82	1,83	1,62	1,62
– поворот в забой $k_{з}$	1,21	1,21	1,34	1,38	1,33	1,33
Задание для вычерчивания	Обратная лопата	Прямая лопата	Драглайн	Обратная лопата	Прямая лопата	Драглайн

3. Определить эксплуатационную производительность экскаватора при заданных условиях работы (см. табл. 3.1).

Общие сведения о назначении, классификации, устройстве и рабочем процессе одноковшовых экскаваторов

Назначение одноковшовых экскаваторов

Одноковшовые экскаваторы являются землеройными машинами цикличного действия, предназначенными для разработки и незначительного в пределах рабочего оборудования перемещения грунтов или мелкокусовых строительных материалов (щебень, гравий). Также экскаваторы могут укладывать грунты в отвал или погружать в транспортные средства.

Классификация

Одноковшовые экскаваторы классифицируют по следующим признакам:

по ***виду рабочего оборудования***:

– *прямая и обратная лопаты* – для разработки грунта соответственно выше и ниже уровня стоянки экскаватора;

– *драглайн* – для разработки котлованов, траншей и каналов, погрузки и разгрузки сыпучих материалов, вскрышных работ и др.;

по ***способу подвески рабочего оборудования***:

– *канатные* – с гибкой подвеской на канатных полиспадах;

– *гидравлические* – с жесткой подвеской рабочего оборудования с помощью гидроцилиндров;

по ***виду ходового устройства***:

– *пневмоколесные*, в том числе с использованием автомобильной или тракторной баз, а также специальных шасси автомобильного типа;

– *гусеничные* с нормальной и увеличенной опорной поверхностью;

– *шагающие* – для мощных драглайнов большой массы.

Устройство и рабочий процесс одноковшовых экскаваторов с гидравлическим приводом

Одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом представляют собой многомоторные машины с жесткой подвеской рабочего оборудования, у которых для передачи мощности от двигателя к рабочим механизмам используется гидравлический объемный привод (см. лабораторную работу № 1).

Обратная лопата является самым распространенным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов и предназначена для копания выемок, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора.

В комплект оборудования «обратная лопата» (рис. 3.1) входят: стрела моноблочная Г-образной формы или составная 1, 6 изменяемой длины, рукоять 5, поворотный ковш 4, гидроцилиндры 2, 3, 8 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Копание грунта производят поворотом ковша относительно рукояти и поворотом рукояти относительно стрелы. Копание можно осуществлять только поворотом ковша относительно неподвижной рукояти, что позволяет вести работы в стесненных условиях, а также в непосредственной близости от подземных коммуникаций.

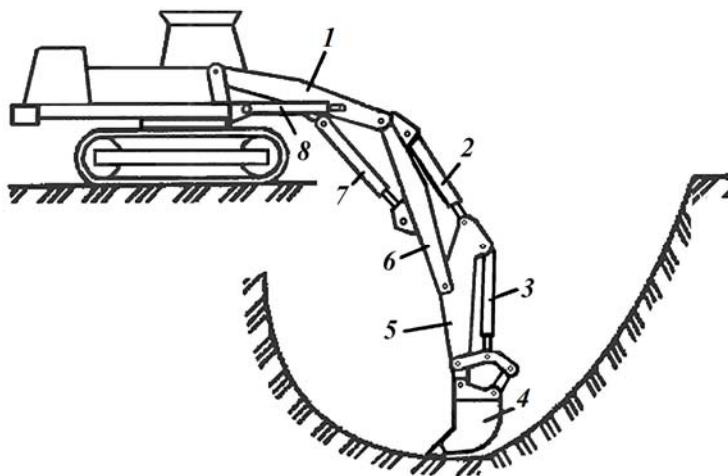


Рис. 3.1. Рабочее оборудование «обратная лопата»

Поворотом ковша производят не только копание, но и выгрузку грунта, а также зачистку основания забоя. Толщину срезаемой при копании стружки регулируют путем подъема или опускания стрелы.

На основную часть стрелы устанавливают оборудование прямой лопаты, грейфера и погрузчика.

Прямая лопата с поворотным ковшом широко применяется на экскаваторах 4–6-й размерных групп и предназначена для разработки грунта как выше (преимущественно), так и ниже уровня стоянки машины, а также для погрузочных работ.

Оборудование прямой лопаты (рис. 3.2) включает стрелу 1, рукоять 2, ковш 3 и гидроцилиндры 4, 5, 6 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Копание грунта осуществляется поворотом рукояти и ковша, движущегося от машины в сторону забоя. Толщину стружки регулируют подъемом или опусканием стрелы. При разгрузке ковш поворачивают гидроцилиндром 4.

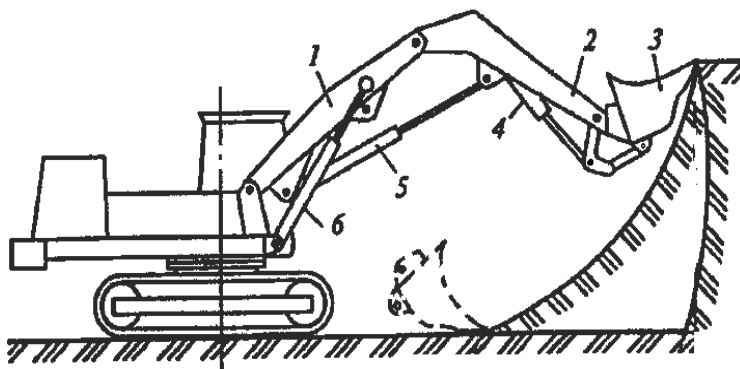


Рис. 3.2. Рабочее оборудование «прямая лопата»

Прямой лопатой с поворотным ковшом можно производить планирование и зачистку основания забоя.

Технические характеристики одноковшовых гидравлических полноповоротных экскаваторов приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Технические характеристики одноковшовых гидравлических полноповоротных экскаваторов

Параметры	Марка машины				
	ЕК-12	ЕА-17	ЕТ-14	ЕТ-18	ЕТ-25
Ходовое устройство	Пневмокошесное		Гусеничное		
Масса эксплуатационная, т	12,85	17,5	14,8	18,5	26,6
Вместимость ковша, м ³	0,65	0,65	0,65	1,0	1,25
Скорость передвижения, км/ч	20	65	2,4	2,4	2,3/3,4
Максимальная глубина копания, м	4,8	4	5,2	6	6,48
Максимальный радиус копания, м	8,25	7,1	8,2	9,2	9,8

Параметры	Марка машины				
	ЕК-12	ЕА-17	ЕТ-14	ЕТ-18	ЕТ-25
Максимальный радиус копания на уровне стоянки, м	8,06	6,8	7,9	9	9,64
Максимальная высота выгрузки, м	6,4	4,8	5,42	6	7
Угол поворота ковша, градус	173	172	173	177	177
Продолжительность рабочего цикла, с	15	15	16	18,5	22

Устройство и рабочий процесс одноковшовых экскаваторов с канатным приводом

Рабочим органом драглайна является ковш, подвешиваемый к рабочему оборудованию на канатах. Такая машина работает ниже уровня стоянки и по направлению к экскаватору, т. е. «на себя», преимущественно в отвал. По сравнению с прямой и обратной лопатами у драглайна значительно большие (в отдельных случаях до 50 %) глубина копания, высота выгрузки и радиус копания. Вместимость стандартного ковша обычно равна вместимости ковша прямой лопаты.

На рис. 3.3 приводятся схема драглайна и различные положения ковша. Управление операциями внедрения ковша в грунт, копания, выгрузки в драглайне осуществляется с помощью канатов, прикрепленных к ковшу. Ковш 7 имеет форму совка, он открыт спереди и сверху.

Привод драглайна механический, одномоторный. Главная зубчато-фрикционная лебедка 2 всегда двухбарабанная: один барабан используется для намотки подъемного каната, другой – для тягового. Стреловая лебедка 1 – однобарабанная. Особенностью указанных лебедок является гравитационное (свободное под действием силы тяжести) опускание груза (ковша, стрелы) при отключении ленточного фрикционного тормоза. Скорость опускания груза регулируется степенью торможения – силой натяжения ленты тормоза.

Перед началом рабочего процесса ковш 7 находится в вертикальном положении I (см. рис. 3.3). В это время лебедка 2 тягового каната 8 расторможена и ковш 7 висит на подъемном канате 3. В этом положении тяговый 8 и разгрузочный 9 канаты провисают. Так как центр тяжести ковша 7 без грунта и с грунтом находится между

подъемными цепями и аркой, то ковш висит на подъемном канате 3 зубьями вниз. Оттормаживая лебедку подъема 2, опускают ковш 7, и он врежется в грунт (положение II).

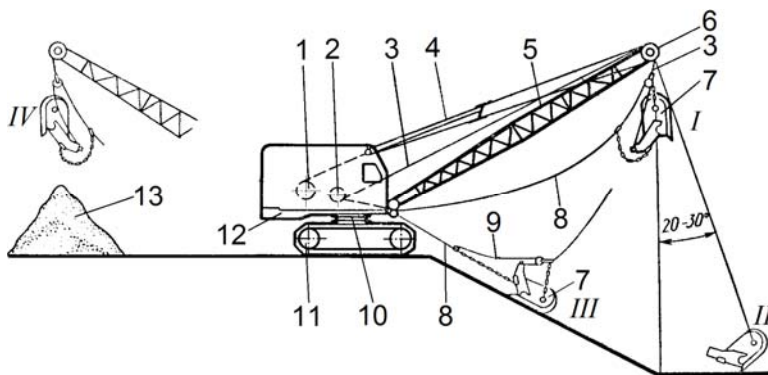


Рис. 3.3. Одноковшовый экскаватор, схема работы драглайна:
 1 – стреловая лебедка; 2 – главная лебедка; 3 – подъемный канат; 4 – стреловой полиспаст; 5 – стрела; 6 – головные блоки; 7 – ковш; 8 – тяговый канат;
 9 – разгрузочный канат; 10 – опорно-поворотное устройство; 11 – гусеничное ходовое оборудование; 12 – поворотная платформа с противовесом;
 13 – отвал грунта

При включении тяговой лебедки 2 начинается перемещение и заполнение ковша (положение III). Толщина стружки может регулироваться подъемным канатом 3. При его натяжении натягивается и разгрузочный канат 9 и толщина стружки уменьшается. По наполнении ковша, не прекращая его тяги, подъемный канат 3 натягивает разгрузочный канат 9, ковш 7 отрывается от земли в положении, при котором зубья и днище подняты под углом 15° к горизонту, и одновременно экскаватор начинает поворот. За время поворота под действием подъемного каната 3 сохраняется натяжение, необходимое для того, чтобы ковш 7 менял указанное положение и перемещался к голове стрелы. За $25\text{--}40^\circ$ до места разгрузки поворот стрелы замедляется включением противотока у электрических многомоторных экскаваторов. При работе в отвал выгрузка производится на ходу оттормаживанием тягового каната 8, причем разгрузочный канат 9 освобождается и ковш 7 опрокидывается (положение IV). Одновременно начинается поворот в забой, во время ко-

торого ковш 7 опускается и ложится зубьями на грунт в месте начала нового копания в момент окончания поворота.

По выработке забоя на заданную глубину и профиль драглайн передвигается на новое место работы. Заброс ковша производится при его опускании во время поворота с использованием центробежной силы и одновременным освобождением тягового каната 8 перед посадкой ковша 7 на грунт. При этом подъемный канат 3 отклонен от вертикали на 20–30°, что дает увеличение максимального радиуса копания на 25–30 %.

Эксплуатационная производительность Π_9 одноковшового экскаватора определяется по формуле

$$\Pi_9 = \frac{3600 q k_n k_p}{t_{\text{ц}} k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – вместимость ковша, м³;

k_n – коэффициент наполнения ковша;

k_p – коэффициент разрыхления грунта;

k_b – коэффициент использования экскаватора по времени: $k_b = 0,85$.

Продолжительность цикла $t_{\text{ц}}$:

$$t_{\text{ц}} = t_k + t_{\text{п}} + t_b + t_3, \text{ с},$$

где t_k – продолжительность копания, с;

$t_{\text{п}}$ – продолжительность поворота на выгрузку, с;

t_b – продолжительность выгрузки, с;

t_3 – продолжительность поворота в забой, с.

Значения продолжительности операций цикла могут быть определены с использованием коэффициентов пропорциональности k_i , принимаемых по табл. 3.1. Продолжительность операции

$$t_i = k_i \sqrt[3]{m}, \text{ с},$$

где m – масса экскаватора, т (см. табл. 3.2).

Продолжительность копания t_k драглайном определяется по формуле

$$t_k = \frac{L}{v_T}, \text{ м},$$

где L – длина пути набора грунта ковшом:

$$L = \frac{H}{\sin \alpha}, \text{ м},$$

где H – глубина копания, м;

α – угол откоса грунта в забое, принимается: для тяжелых грунтов $\alpha = 20\text{--}25^\circ$; для средних грунтов $\alpha = 30\text{--}35^\circ$; для легких грунтов $\alpha = 40\text{--}45^\circ$;

v_T – скорость тягового каната ковша, м/с.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТОВ И ВИБРОПОГРУЖАТЕЛЕЙ

З а д а н и е

1. Изучить устройство штангового и трубчатого дизель-молотов и порядок их работы.
2. Вычертить схему штангового или трубчатого дизель-молота (по указанию преподавателя).
3. Изучить конструкции вибропогружателей и изучить порядок их работы.
4. Изучить устройство самоходной копровой установки.
5. Изучить порядок выбора дизель-молота.

Общие сведения о конструкции дизель-молотов и вибропогружателей

Для погружения свай на объектах городского строительства широко применяют энергетически автономные мобильные дизель-молоты.

Дизель-молот – это прямодействующий двигатель внутреннего сгорания, работающий по принципу двухтактного дизеля.

По типу направляющих для ударной части дизель-молоты делятся на штанговые и трубчатые.

Ударная часть штанговых дизель-молотов (рис. 4.1, 4.2) – подвижный цилиндр, открытый снизу и перемещающийся в направляющих штангах.

Штанговые дизель-молоты обладают малой энергией удара (25–35 % потенциальной энергии ударной части). Их применяют для забивки в слабые и средней плотности грунты легких железобетонных и деревянных свай, стальных труб и шпунта при сооружении защитных шпунтовых стенок траншей, котлованов и каналов. Штанговые дизель-молоты имеют массу ударной части 240 и 2500 кг, развивают энергию удара соответственно 3,2 и 20 кДж при частоте ударов 50–55 в минуту и степени сжатия 16 и 25.

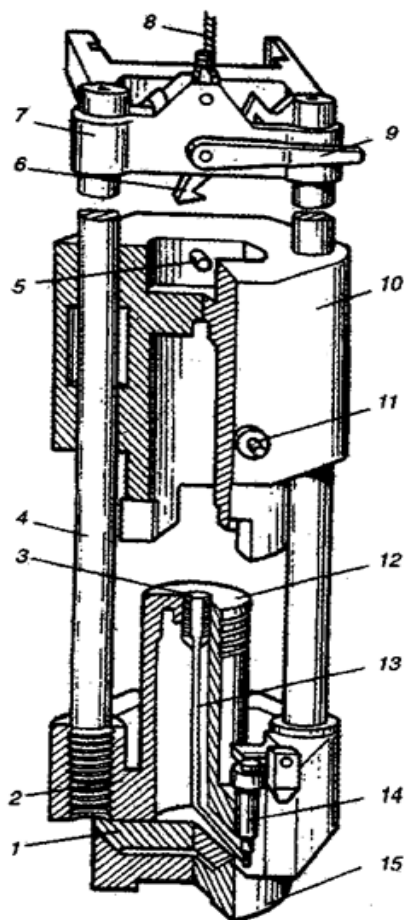


Рис. 4.1. Общий вид штангового дизель-молота

Штанговый дизель-молот (см. рис. 4.1) состоит из следующих основных узлов: поршневого блока с шарнирной опорой, ударной части – подвижного рабочего цилиндра, двух направляющих штанг с траверсой, механизма подачи топлива и захвата – «кошки». Поршневой блок включает поршень 12 с компрессионными кольцами, отлитый заодно с основанием 2. В центре днища поршня установлена распылительная форсунка 3, топливопроводом 13 соединенная с плунжерным топливным насосом 14 высокого давления (до 50 МПа),

питающимся из топливного резервуара. Основание поршневого блока опирается на шарнирную опору, состоящую из сферической пяты 1 и наголовника 15. В основании закреплены нижние концы направляющих штанг 4, верхние концы которых соединены траверсой. По штангам перемещается массивный ударный цилиндр 10 со сферической камерой сгорания в донной части. На внешней поверхности цилиндра укреплен штырь (выступающий стержень) 11, приводящий в действие топливный насос 14 при падении ударной части вниз. Для запуска молота в работу захват «кошку» 7, подвешенный к канату 8 лебедки копра, опускают вниз для обеспечения автоматического зацепления крюка 6 за валик 5 ударного цилиндра, после чего «кошку» и сцепленную с ней ударную часть поднимают лебедкой в верхнее крайнее положение. Далее поворотом вручную (через канат) рычага сброса 9 ударный цилиндр освобождают с «кошки», и он под действием собственной силы тяжести скользит по направляющим штангам вниз. При продвижении цилиндра на поршень 12 воздух, находящийся во внутренней полости цилиндра, сжимается (в 25–28 раз) и температура его резко повышается (до 600 °С). При нажатии штыря 11 цилиндра на приводной рычаг топливного насоса 14 дизельное топливо по топливопроводу 13 подается к форсунке 3 и распыляется в камере сгорания, смешиваясь с горячим воздухом. При дальнейшем движении цилиндра вниз горячая смесь самовоспламеняется, и в то же мгновение цилиндр наносит удар по шарнирной опоре, наголовник 15 которой надет на головку свай. Расширяющиеся продукты сгорания смеси (газы) выталкивают ударную часть вверх и выходят в атмосферу. Поднимающийся рабочий цилиндр быстро теряет скорость, под действием собственного веса начинает опять падать вниз, и цикл повторяется. Дизель-молот работает автоматически до выключения топливного насоса.

Основным преимуществом штанговых дизельных молотов, определяющих их широкое применение на свайных работах, является мягкость удара и то, что штанговые дизель-молоты устойчиво работают при низких температурах и значительной величине осадки свай.

Трубчатые дизель-молоты (рис. 4.3) предназначены для забивки в грунт преимущественно железобетонных свай массой 1,2–10 т и могут работать при температуре окружающего воздуха от +40 до –40 °С. При температуре ниже –25 °С молоты при запуске подгреваются.

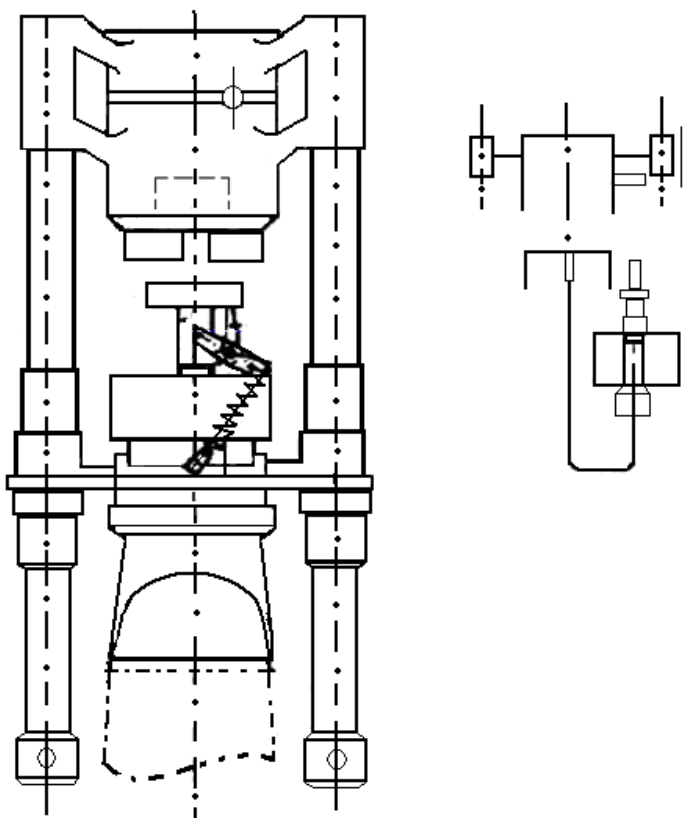


Рис. 4.2. Конструктивная и принципиальная схемы
штангового дизель-молота

Промышленность выпускает пять моделей однотипных трубчатых дизель-молотов, различающихся между собой массой ударной части, которая составляет 1250, 1800, 2500, 3500 и 5000 кг.

Конструктивной и технологической особенностью трубчатых дизель-молотов является применение водяной системы охлаждения кольцевой камеры сгорания типа «Тор» и принудительной смазки.

В трубчатом дизель-молоте (см. рис. 4.3) тоже используется принцип двигателя внутреннего сгорания, но конструктивно он реализован иначе. Неподвижный цилиндр *II*, установленный на штанге копра, крепится к наголовнику сваи через шабот *2*. Наголовник *1* и шабот *2*

соприкасаются сферическими поверхностями, компенсирующими возможное отклонение оси молота от направления удара. Шабот 2 – металлическая пробка, закрывающая отверстие цилиндра 11 со стороны сваи и способная перемещаться относительно цилиндра в осевом направлении при ударах поршня 7. Его выпадение из цилиндра предупреждается фиксирующим устройством. Цилиндрический зазор между шаботом 2 и цилиндром 11 уплотнен компрессионными кольцами. Плоский нижний торец шабота опирается на наголовник сваи 12, а его верхний торец, находящийся внутри цилиндра 11, имеет сферическое углубление. Поршень 7, являющийся ударной частью молота и свободно перемещающийся вдоль цилиндра 11, внизу оканчивается выпуклой полусферой, эквидистантной углублению в шаботе 2.

Работа трубчатого дизель-молота осуществляется в такой последовательности. Перед пуском молота поршень 7 (см. рис. 4.3) «кошкой», подвешенной на канате лебедки копра, поднимается в крайнее верхнее положение, после чего происходит автоматическое расцепление «кошки» и поршня. При движении вниз поршень 7 включает насос подачи 4 топлива, которое, попав в цилиндр 11, собирается в углублении шабота 2. Сферическая головка бойка 9 поршня 7, ударяясь о поверхность шабота 2, разбрызгивает топливо в сжатом и раскаленном воздухе, в результате чего происходит образование и воспламенение топливовоздушной смеси. Сила взрыва толкает поршень 7 вверх, а шабот 2 – вниз, что сопровождается забивкой сваи. Вследствие воздействия на сваю последовательно двух ударов – механического и газодинамического – достигается высокая эффективность трубчатых дизель-молотов. При движении поршня 7 вверх расширяющиеся газы по мере открывания всасывающе-выхлопных патрубков 10 выбрасываются в атмосферу. Свежий воздух засасывается через те же патрубки 10 при дальнейшем движении поршня вверх. Достигнув крайнего верхнего положения, поршень 7 начинает свободно падать вниз, рабочий цикл повторяется, и в дальнейшем молот работает автоматически до полного погружения сваи.

Высота подскока ударной части дизель-молотов регулируется путем изменения количества впрыскиваемого насосом топлива, что позволяет изменять величину энергии удара в зависимости от типа свай и плотности грунта. Трубчатые молоты более эффективны, чем штанговые, так как при равной массе ударной части могут забивать более тяжелые (в два-три раза) сваи за один и тот же отрезок времени.

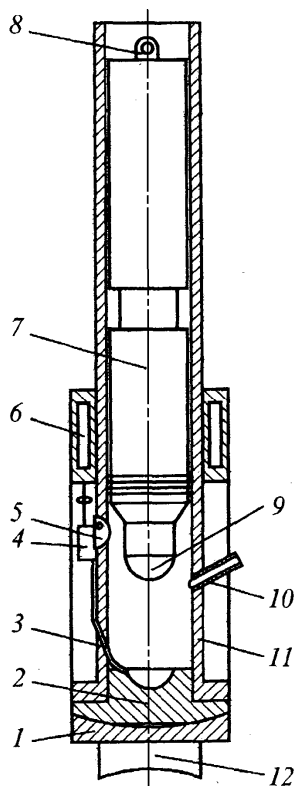


Рис. 4.3. Трубчатый дизель-молот:

- 1 – наголовник сваи; 2 – шабот; 3 – топливопровод; 4 – топливный насос;
 5 – рычаг включения топливного насоса; 6 – кольцевой топливный бак;
 7 – поршень; 8 – проушина для крепления поршня к канату лебедки;
 9 – сферическая головка бойка; 10 – всасывающе-выхлопной патрубкок;
 11 – цилиндр; 12 – свая

По сравнению со штанговыми трубчатые молоты также обладают повышенной долговечностью.

Трубчатые дизель-молоты развивают энергию удара 40–60 кДж при высоте подброса ударной части 3000 мм и степени сжатия 15. Число ударов в минуту 42.

Основной показатель, характеризующий погружающую способность молота, – энергия одного удара. Она зависит от веса и высоты падения ударной части, а также энергии сгорания топлива.

Энергия удара свайных дизель-молотов

$$E = GH\eta, \text{ Дж},$$

где G – вес ударной части, Н;

η – КПД молота: для штанговых дизель-молотов $\eta = 0,35\text{--}0,40$, для трубчатых $0,60\text{--}0,65$.

Для конкретных условий строительства молот подбирают по необходимой номинальной энергии одного удара и коэффициенту применимости молотов.

Необходимая номинальная энергия удара

$$E_n \geq 25 P,$$

где P – расчетная нагрузка на сваю, Н.

По полученному значению E_n подбирают молот (по соответствующим справочникам), а затем его проверяют по коэффициенту применимости молота k , который определяют из отношения веса молота и сваи к энергии удара, т. е.

$$k = (Q_1 + q)/E_n,$$

где Q_1 – собственный вес молота, Н;

q – вес сваи (включая вес наголовника и подбабка), Н.

Значение k колеблется от 3,5 до 6 (в зависимости от материала сваи и типа молота). Например, для забивки железобетонных свай штанговым дизель-молотом $k = 5$, деревянных свай $k = 3,5$, а трубчатым – соответственно $k = 6$ и $k = 5$.

В комплект к молоту входит, как правило, наголовник, который необходим для закрепления сваи в направляющих сваебойной установки, предохранения головы сваи от разрушения ударами молота и равномерного распределения удара по площади сваи.

Внутренняя полость наголовника должна соответствовать очертанью и размерам головы сваи.

Копром называют металлическую конструкцию, предназначенную для фиксации сваи перед забивкой, монтажа свайного молота на свае, задания направления забивки и извлечения забитых свай.

Копры бывают на рельсовом ходу (универсальные металлические башенного типа) и самоходные на базе кранов, тракторов, автомашин и экскаваторов.

В промышленном и гражданском строительстве наиболее распространены сваи длиной 6–10 м, которые забивают с помощью самоходных сваебойных установок. Эти сваебойные установки маневренны и имеют устройства, механизмирующие процесс подтаскивания и подъема сваи, установку головы сваи в наголовник, а также выравнивание стрелы.

Копровая установка (рис. 4.4) состоит из поворотной или неповоротной платформы на шасси или опорах, на которой расположены противовес, кабина с органами управления, моторный отсек и мачта (копер). Мачта 5 шарнирно крепится к платформе опорной секцией, а угол ее наклона фиксируется гидроцилиндрами. В верхней части мачты смонтированы наголовник 4 и грузовые блоки 3 для установки сваи и молота, а также их подъема и опускания.

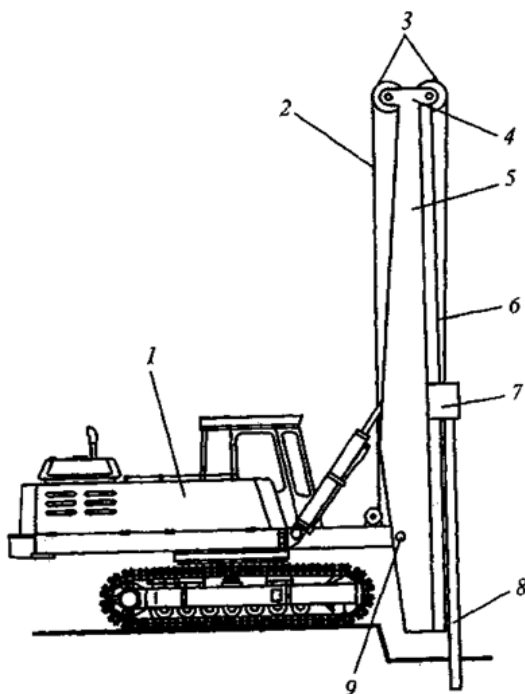


Рис. 4.4. Самоходная копровая установка:
 1 – базовое шасси; 2 – грузовой канат; 3 – грузовые блоки; 4 – наголовник;
 5 – мачта; 6 – направляющие для сваепогружающего агрегата;
 7 – сваепогружающий агрегат; 8 – свая; 9 – опорный шарнир

Вибрационные машины разделяются на вибропогружатели и виброломолоты. По числу колебаний разделяются на низкочастотные (с частотой 300–500 колебаний в 1 мин) и высокочастотные с частотой 700–1500 колебаний в 1 мин.

Вибропогружатели сообщают погружаемым (или извлекаемым) в грунт элементам (свае, шпунту, трубе) направленные вдоль их оси колебания определенной частоты и амплитуды, благодаря чему резко снижается коэффициент трения между грунтом и поверхностью внедряемого (извлекаемого) элемента. Они применяются для погружения в песчаные и супесчаные водонасыщенные грунты металлического шпунта, двутавровых балок, труб, железобетонных свай и оболочек, а также извлечения их из грунта. Низкочастотные вибропогружатели относят к числу простых по конструкции.

На рис. 4.5 показана схема вибропогружателя. Он состоит из электромеханического вибратора, имеющего две пары валов с насаженными дебалансами-эксцентриками, электродвигателя, привода от него на вал вибратора с клиноременной или зубчатой передачей и наголовника для установки и закрепления вибропогружателя на свае.

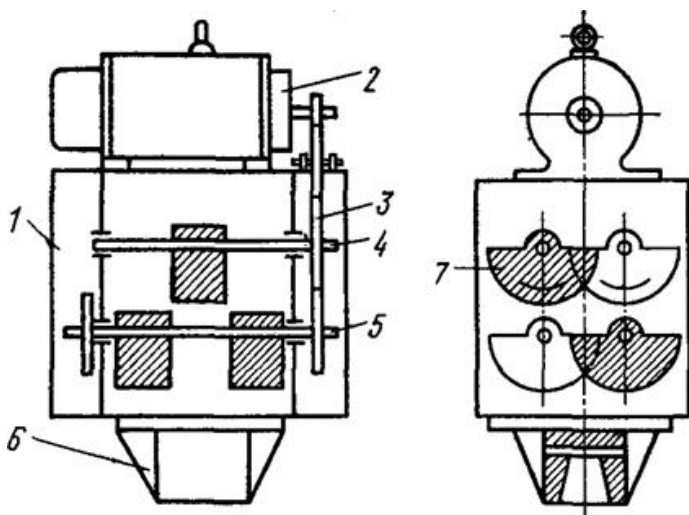


Рис. 4.5. Схема низкочастотного вибропогружателя:
1 – корпус вибратора; 2 – электродвигатель; 3 – клиноременная или зубчатая передача; 4 – верхняя пара валов; 5 – нижняя пара валов; 6 – наголовник;
7 – дебалансовые шайбы-эксцентрики

Высокочастотный вибропогружатель с подрессорной пригрузкой (рис. 4.6) состоит из электродвигателя 1, размещенного на пригрузочной плите 2, вибратора 3, пружин 4, соединяющих пригрузочную плиту с вибратором, конического редуктора 5, вертикальной цепной передачи 6, наголовника с клином 7 для присоединения к шпунту и подвески 8.

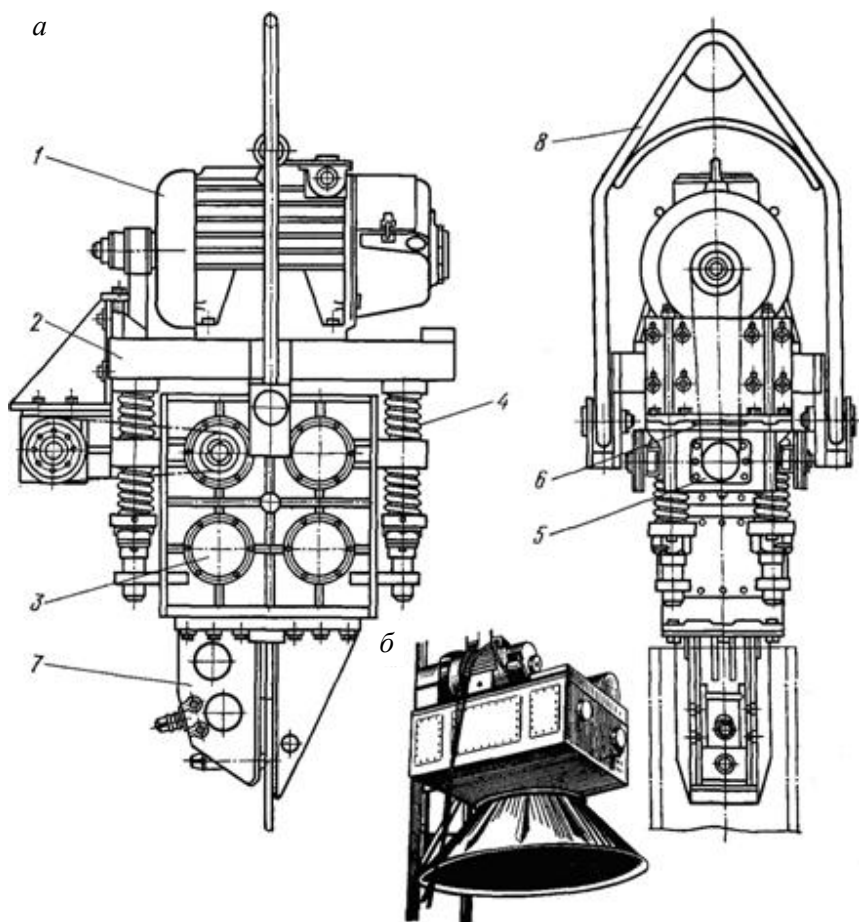


Рис. 4.6. Виды вибропогружателей:
 а – схема высокочастотного вибропогружателя с подрессорной пригрузкой;
 б – вибропогружатель для погружения железобетонных свай-оболочек
 диаметром 1,5–3,0 м

Дебалансы вибратора состоят из двух частей – неподвижной и подвижной. Подвижные эксцентрики можно устанавливать под определенным углом относительно неподвижных и этим изменять статический момент от нуля до максимума. Пружины защищают электродвигатель от вибрации, повышая срок его службы и улучшая условия работы.

Основными недостатками вибропогружателей являются непригодность для погружения свай (шпунта) в связные маловлажные грунты и сравнительно небольшой срок службы электродвигателей.

Вибромолоты сообщают погружаемым элементам как вибрационные, так и ударные импульсы и обеспечивают эффективное погружение в плотные грунты металлического шпунта длиной до 13 м, металлических свай и труб длиной до 20 м. Конструкции вибромолотов имеют мало различий. Некоторые типы молотов могут работать как в ударном, так и в безударном режимах в зависимости от жесткости упругой системы, параметров вибратора, сопротивления грунта погружению и т. д. Вибромолоты используют также для погружения железобетонных свай в однородные водонасыщенные грунты и извлечения из грунта труб, свай и шпунта.

Основными элементами вибромолота являются подпружиненная ударная часть, нижняя пригрузочная плита и наголовник. Ударная часть представляет собой (рис. 4.7) двухвальный бестрансмиссионный вибровозбудитель 1 направленных вертикальных колебаний с бойком 3.

В корпусе вибровозбудителя смонтированы два электродвигателя, на параллельных валах которых, синхронно вращающихся в различных направлениях, закреплены дебалансы 2 с регулируемым статическим моментом. Ударная часть 1 и нижняя плита с наковальней 5 соединены между собой рабочими пружинами 4. Наголовник 6 соединяется с погружаемым элементом жестко или надевается на него свободно, без закрепления. При вращении дебалансов боек 3 колеблющегося вибровозбудителя наносит частые (до 24 Гц) удары по наковальне 5, свободно установленной на нижней плите молота и передающей удары непосредственно погружаемому элементу. Режим работы вибромолота (энергия и частота ударов) регулируют в процессе его работы путем изменения зазора между бойком 3 и наковальней 5, в каждом отдельном случае добиваясь наибольшей производительности машины.

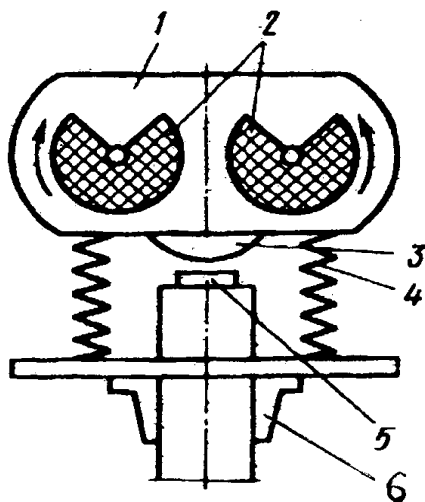


Рис. 4.7. Принципиальная схема вибромолота:
 1 – ударная часть с электродвигателем; 2 – дебалансы; 3 – боек;
 4 – пружины; 5 – наковальня; 6 – наголовник

Вибропогружатели и вибромолоты работают в комплексе с копром или стреловым самоходным краном соответствующей грузоподъемности.

Энергия удара вибромолота

$$E = m v^2 / [2(1 - R)], \text{ Дж},$$

где m – масса ударной части молота, кг;

v – ударная скорость вибромолота, м/с: $v \leq 2 \text{ м/с}$;

R – условный коэффициент восстановления скорости при ударе:
 $-1 \leq R \leq +1$.

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА БАШЕННОГО КРАНА СЕРИИ КБ

З а д а н и е

1. Изучить устройство башенного крана серии КБ и принцип работы его механизмов.
 2. Вычертить схему запасовки канатов и механизм вращения крана.
 3. Изучить рабочий процесс крана и методику определения производительности.
 4. Определить производительность крана.
- Исходные данные даны в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Исходные данные к заданию

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средняя масса поднимаемого элемента Q , т	1	1,5	4	5	6	1,8	3	1,4	7	8
Высота подъема H , м	20	30	40	25	35	40	22	32	35	38
Длина пути передвижения грузовой тележки S_T , м	10	14	12	10	8	12	14	20	10	8
Длина пути передвижения крана по рельсам S_K , м	15	10	8	12	15	20	14	10	20	18
Время наводки и установки t_y , мин	0,7	1,0	2,0	1,5	1,2	1,6	2,0	0,9	1,3	1,5

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Угол поворота платформы α , градус	100	90	120	150	180	90	120	135	180	160
Время зацепки и отцепки монтируемого элемента t_3 , мин	3	5	6	2,5	3,5	5,5	4	7	4,5	5

Общие сведения о назначении башенных кранов

Башенные краны широко применяются в жилищном, коммунальном, промышленном и других видах строительства для выполнения монтажных работ, подачи строительных материалов и изделий на сооружаемые объекты.

Кран серии КБ (рис. 5.1) выполнен на рельсовом ходу и состоит из ходовой рамы 1 с флюгерами 2 и ходовыми тележками 3, поворотной платформы 4 с размещенными на ней грузовой 5 и стреловой 6 лебедками, механизмом поворота 7, противовесом 8, башни с распоркой 9 и навесной кабиной 10, балочной стрелы 11 с грузовой тележкой 12 и механизмом 13 ее передвижения.

Ходовая рама 1 крана представляет собой сварное кольцо коробчатого сечения, которое проушинами шарнирно соединено с четырьмя диагонально расположенными флюгерами 2. Флюгеры через цапфы опираются на ходовые тележки, две из которых ведущие. Шарнирное соединение флюгеров с ходовой рамой и тележками, которые выполнены балансирными, облегчает прохождение крана по закруглениям рельсового пути.

Для предотвращения угона ветром крана в нерабочем состоянии тележки снабжены противоугонными захватами. Поворотная платформа 4 опирается на ходовую раму 1 с возможностью вращения в горизонтальной плоскости. Это соединение осуществлено с помощью роликового опорно-поворотного устройства 14, выполняющего роль подшипника для вращения поворотной платформы.

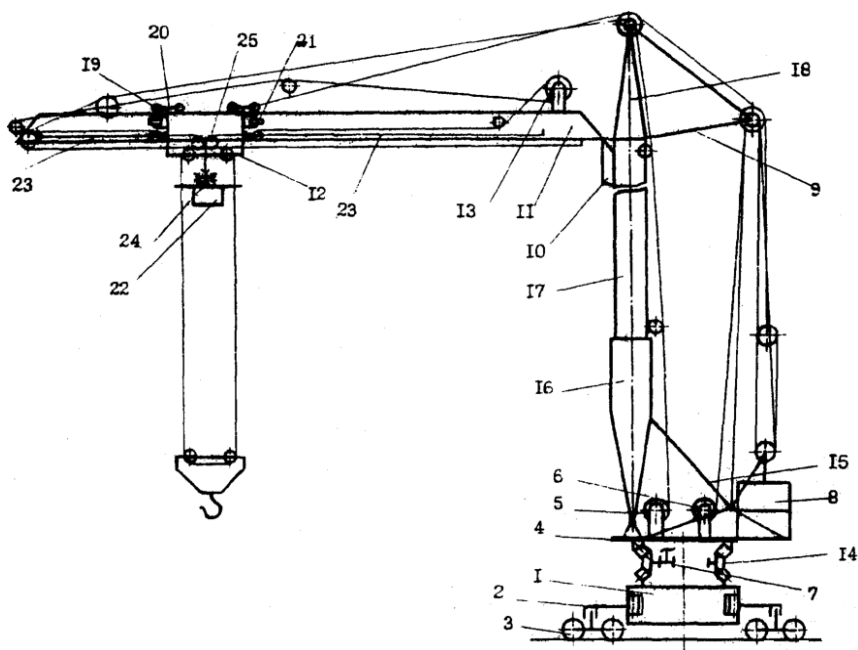


Рис. 5.1. Общий вид башенного крана серии КБ

Составная телескопическая башня решетчатой сварной конструкции, выполненная из труб, установлена на поворотной платформе шарнирно и удерживается в вертикальном положении посредством подкосов 15. Башня состоит из портала 16, секций 17, оголовка 18, распорки 9 и механизма выдвижения. Удлинение башни осуществляется снизу на необходимую высоту по мере возведения строящегося объекта.

В верхней части башни крепятся кабина 10 и стрела 11, выполненная сварной из труб. Для перемещения грузовой тележки стрела имеет направляющие в виде продольных уголков.

Стрела состоит из четырех секций и обычно имеет длину 20, 25, 30 м.

Для увеличения высоты подъема груза стрела длиной 20 и 25 м может устанавливаться под углом 30 и 50°. Грузовая тележка 12 опирается на направляющие стрелы четырьмя парами роликов 19, которые для равномерного распределения нагрузок соединены балансирами 20 с рамой тележки. Для устранения перекосов при движении тележка снабжена четырьмя боковыми роликами 21.

Привод крана выполнен многомоторным индивидуальным с питанием электродвигателей от сети трехфазного переменного тока и содержит пять механизмов: грузовой, стреловой, передвижения тележки (тележечный), поворота платформы и передвижения крана по рельсам.

Каждый механизм снабжен отдельным реверсивным двигателем. На кране установлены три электрические реверсивные лебедки: грузовая, стреловая и тележечная.

Грузовой механизм крана (рис. 5.2) состоит из лебедки 1, каната 2, закрепленного на барабане лебедки и огибающего неподвижный блок 3 на оголовке башни, неподвижные блоки 4 и 5 на головной части стрелы, неподвижные блоки 6 и 7 на раме 8 грузовой тележки, подвижные блоки 9 и 10 крюковой подвески 11, содержащей крюк 12. Грузовой канат образует двукратный грузовой полиспаст 13. Второй конец грузового каната прикреплен к стреле через ограничитель грузоподъемности 14, который автоматически отключает грузовую лебедку при превышении установленной грузоподъемности.

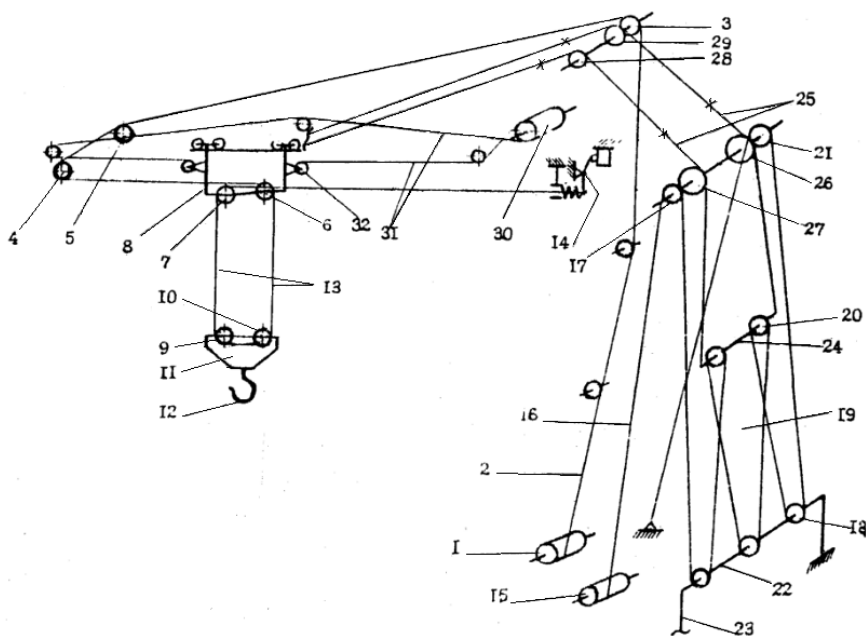


Рис. 5.2. Схема запасовки канатов

Грузовая лебедка выполнена двухдвигательной. Электродвигатели соединены последовательно с ведущим валом редуктора и включаются автоматически в зависимости от массы поднимаемого груза. Для подъема груза массой до 2 т со скоростью 58 м/мин включается один из двигателей. Для подъема груза массой более 2 т со скоростью 40 м/мин включается другой двигатель, имеющий меньшую частоту вращения.

Стреловой механизм крана (см. рис. 5.2) состоит из лебедки 15, каната 16, закрепленного на барабане лебедки и огибающего неподвижный блок 17 на распорке башни, три блока 18 неподвижной обоймы 22 и два блока 20 подвижной обоймы 24 стрелового полиспаста 19. Второй конец стрелового каната 16 закреплен на поворотной платформе. Неподвижная обойма 22 стрелового полиспаста крепится к поворотной платформе через две оттяжки 23. Подвижная обойма 24 стрелового полиспаста 19 соединена со стрелой посредством стрелового расчала 25, состоящего из двух канатов, которые огибают блоки 26 и 27 на распорке башни и блоки 28 и 29 на оголовке башни. Стреловой полиспаст четырехкратный.

Стреловая унифицированная лебедка крана имеет обычную типовую конструкцию.

Замкнутый канатный привод передвижения грузовой тележки 8 состоит из лебедки 30 (см. рис. 5.2), установленной на стреле, тележечных канатов 31 и двух барабанов 32, снабженных храповыми остановами для натяжения тележечных канатов. Тележечные канаты левыми концами закреплены на барабане 32 с противоположных сторон тележки, а правыми концами – с противоположных сторон барабана 30. При вращении барабана по часовой стрелке тележка перемещается вправо и вылет груза уменьшается. При вращении барабана против часовой стрелки тележка перемещается влево и вылет груза увеличивается.

Кран снабжен ограничителем высоты подъема груза (см. рис. 5.1). Упор 22 ограничителя подвешен к стреле посредством каната 23, огибающего два блока 24 на упоре и два блока 25 на тележке.

Левый конец каната 23 прикреплен к передней части стрелы, а правый – к рычагу конечного выключателя, расположенного на задней части стрелы. Натяжением каната 23 под действием веса упора 22 конечный выключатель замыкает цепь питания электродвигателя грузовой лебедки. При подъеме груза на максимальную

высоту крюковая подвеска приподнимает упор 22. При этом канат 23 перестает воздействовать на конечный выключатель, который обесточивает двигатель. Подъем груза автоматически прекращается.

Устройство для вращения поворотной платформы крана (рис. 5.3) состоит из механизма поворота и опорно-поворотного устройства. Механизм поворота осуществляет принудительное вращение поворотной платформы, а опорно-поворотное устройство является для нее подвижной опорой (подшипником).

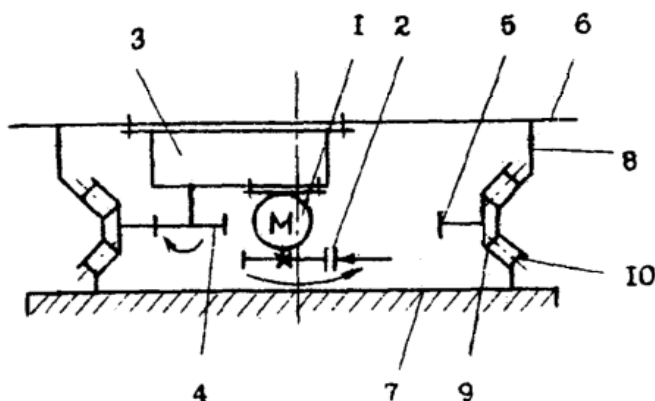


Рис. 5.3. Схема механизма вращения поворотной платформы

На кранах серии КБ установлен унифицированный механизм поворота, который состоит из установленных в одном блоке электродвигателя 1, колодочного тормоза 2, трехступенчатого цилиндрического редуктора 3 и шестерни 4, закрепленной на ведомом валу редуктора. Шестерня 4 входит в зацепление с внутренними зубьями зубчатого венца 5, который выполнен за одно целое с внутренней обоймой 9 опорно-поворотного устройства. Корпус редуктора 3 прикреплен к поворотной платформе. Электродвигатель 1 имеет фланцевое крепление к редуктору.

Поворотная платформа 6 установлена на ходовой раме 7 посредством роликового двухрядного опорно-поворотного устройства. Оно, как и обычный подшипник качения, состоит из двух обойм (колец): наружной 8, внутренней 9 и двух рядов тел качения (роликов) 10 между обоймами. Причем наружная обойма 8 соединена

с поворотной платформой 6, а внутренняя обойма 9 вместе с зубчатым венцом 5 соединена с ходовой рамой 7. При вращении поворотной платформы ходовая рама, обойма 9 и венец 5 остаются неподвижными, а относительно их горизонтальное вращение совершает поворотная платформа вместе с наружной обоймой 8, перекачивающей на роликах по внутренней неподвижной обойме 9.

При включенном электродвигателе 1 через редуктор 3 приводится во вращение шестерня 4, которая, обкатываясь по зубьям венца 5, совершает планетарное движение и увлекает во вращение сам механизм поворота, а вместе с ним и поворотную платформу 6.

Рабочий процесс башенных кранов осуществляется циклично. Основными операциями рабочего цикла являются:

- зацепка груза;

- подъем груза;

- перемещение груза в горизонтальной плоскости посредством передвижения грузовой тележки по стреле, крана по рельсам и поворота поворотной платформы;

- наводка груза и установка его в проектное положение;

- отцепка груза;

- опускание крюка;

- перемещение крана в горизонтальной плоскости к месту очередной зацепки.

Для сокращения времени цикла и повышения производительности крана широко используется совмещение операций: подъема или опускания крюка с поворотом, поворота с перемещением крюка в горизонтальном направлении и др.

Суммарное время рабочего цикла крана может быть подсчитано по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{м}} + t_{\text{р}},$$

где $t_{\text{м}}$ – машинное время;

$t_{\text{р}}$ – время ручных операций.

$$t_{\text{м}} = \left(\frac{H}{v_1} + \frac{H}{v_2} + \frac{2S_{\text{т}}}{v_{\text{т}}} + \frac{2S_{\text{к}}}{v_{\text{к}}} + \frac{2\alpha}{360n_{\text{п}}} \right) A, \text{ мин},$$

где H – высота подъема груза, м ;

S_T – путь передвижения грузовой тележки по стреле, м;

S_K – путь передвижения крана по рельсам, м;

α – угол поворота, градус;

v_1 – скорость подъема, м/мин; 58 и 40 м/мин при массе груза до 2 и свыше 2 т;

v_2 – скорость опускания крюка, м/мин: $v_2 = 65$ м/мин;

v_T – скорость передвижения грузовой тележки, м/мин: $v_T = 23$ м/мин;

v_K – скорость передвижения крана, м/мин: $v_K = 18$ м/мин;

n_{Π} – частота вращения поворотной платформы, об/мин: $n_{\Pi} = 0,6$ об/мин;

A – коэффициент учитывающий совмещение операций, который принимается в зависимости от угла поворота (табл. 5.2).

Таблица 5.2

α , градус	90	100	120	135	150	160	180
A	0,90	0,88	0,83	0,80	0,77	0,74	0,70

Время ручных операций

$$t_p = t_3 + t_y,$$

где t_3 – время зацепки и отцепки груза;

t_y – время наводки и установки монтируемого элемента с частичным использованием механизмов крана.

Сменная эксплуатационная производительность крана определяется по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{60 t_{\text{см}} Q K_B}{T_{\text{ц}}},$$

где $t_{\text{см}} = 8,2$ ч – средняя продолжительность смены при пятидневной рабочей неделе;

Q – средняя масса поднимаемого элемента, т;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования крана по времени работы. При монтажных работах: $K_{\text{в}} = 0,7-0,9$.

$$Q = Q_{\text{max}} K_{\text{г}},$$

где Q_{max} – грузоподъемность крана;

$K_{\text{г}}$ – коэффициент использования крана по грузоподъемности.

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БЫСТРОМОНТИРУЕМОГО БАШЕННОГО КРАНА

З а д а н и е

1. Изучить общее устройство крана.
2. Изучить схему монтажа крана.
3. Изучить схему запасовки грузового каната.
4. Изучить схему запасовки тягового каната.
5. Изучить схему запасовки монтажного каната.
6. Вычертить схему общего вида башенного крана.
7. Вычертить схему запасовки каната (по заданию преподавателя).

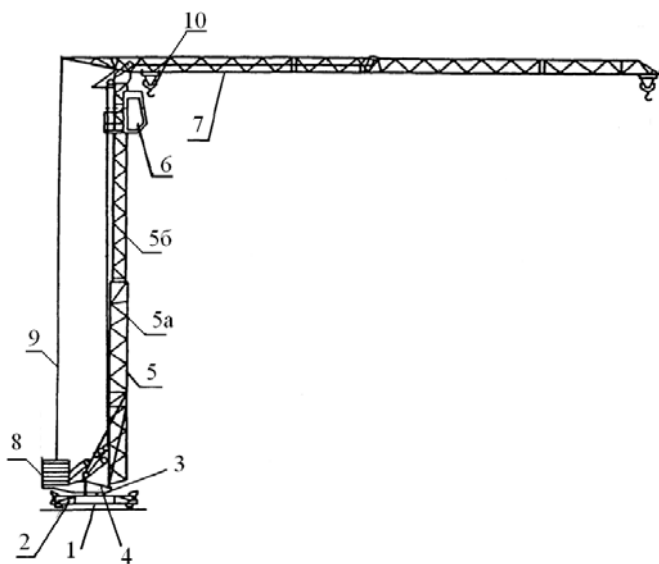
Описание устройства башенного крана

Быстромонтируемыми башенными кранами называют краны с оперативным временем монтажа не более 30 мин. Конструкция таких кранов обеспечивает их установку в рабочее состояние и перевод в транспортное положение с помощью собственных механизмов без разборки на отдельные узлы и сборочные единицы. Краны могут устанавливаться стационарно на фундаменте или специальной крестовине с пригрузами бетонными блоками, выполняться на самоходном шасси, прицепными, на рельсовом ходу.

Монтаж и демонтаж крана заключаются в раскладывании башни и стрелы и перевод башни в вертикальное положение перед началом работ и складывании стрелы и телескопировании башни с переводом в транспортное положение после окончания работы на строительном объекте.

На рис. 6.1 приведен общий вид быстромонтируемого башенного крана. Кран может устанавливаться на бетонных блоках стационарно или на рельсовый путь.

Кран состоит из несущей рамы 1 и балок 2, образующих опорную крестовину, опорно-поворотного устройства 3, поворотной платформы 4, на которой смонтирована башня 5 с кабиной управления 6 и стрелой 7, противовеса 8, лебедок механизмов и механизма поворота.



Стационарная
установка

Установка
на рельсовом пути

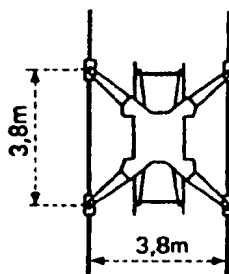
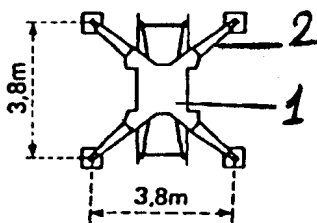


Рис. 6.1. Общий вид крана башенного

Балки 2 – выдвижные, при монтаже крана они выдвигаются из направляющих несущей рамы, при демонтаже – вдвигаются. На конце балок – при стационарном варианте крепятся опорные башмаки или ходовые тележки – при установке крана на рельсовый путь.

Башня крана состоит из корневой секции 5а, шарнирно прикрепленной к кронштейну поворотной платформы, и выдвижной секции 5б, телескопируемой канатным полиспастом.

Стрела шарнирно прикреплена к башне. Она состоит из двух шарнирно соединенных между собой секций. В горизонтальном положении стрела удерживается посредством тяги 9. Стрела 7 имеет треугольное сечение, нижние пояса фермы одновременно являются ездовыми балками, по которым перемещается грузовая каретка 10. В смонтированном положении стрела устанавливается горизонтально. При необходимости увеличения высоты подъема груза она может устанавливаться и под углом.

Устойчивость крана обеспечивается плитами противовеса 8.

Кабина закреплена в верхней части выдвижной секции башни. Оператор управляет краном с переносного радиопульта, находясь в кабине или вне ее.

Показанный на рис. 6.1 быстромонтируемый кран предназначен для малоэтажного строительства. Основные эксплуатационные показатели крана:

грузоподъемность 3,0–1,0 т;

максимальная высота подъема:

при горизонтальной стреле – 20 м, при поднятой стреле – 33,8 м;

вылет максимальный – 30 м.

Кран имеет следующие механизмы: механизм подъема груза, механизм передвижения грузовой тележки, механизм поворота.

Особенностью конструкции быстромонтируемых кранов является то, что грузовой и монтажный барабаны установлены соосно и приводятся во вращение от одного механизма. Специальное устройство дает возможность раздельного вращения барабанов.

Схема запасовки грузового каната показана на рис. 6.2. Канат закреплён на грузовом барабане 1, поочередно обходит блоки 3, 4, 5, 6 и 7 и закрепляется на стреле.

Грузовая тележка крана передвигается с помощью канатной тяги. Тяговая лебедка 1 (рис. 6.3) установлена вверху в выдвижной секции башни. На барабане лебедки закреплены концы двух канатов – короткий 2 и длинный 8. Короткий канат, обойдя блок 3, закрепляется на каретке 4. Длинный канат 8 после закрепления на барабане поочередно огибает блоки 7, 9, 6 и 5 крепится со второй стороны каретки.

Блок 10 и барабан 11 посредством блока 9 осуществляют натяжение длинного каната тяговой лебедки при изменении высоты башни.

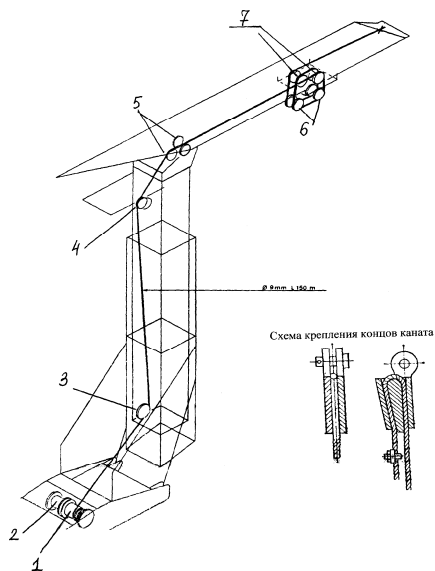


Рис. 6.2. Схема запаски каната грузового:

1 – грузовой барабан; 2 – монтажный барабан; 3, 4, 5 – обводные блоки; 6 – блоки подвижной обоймы полиспаста; 7 – блоки неподвижной обоймы полиспаста

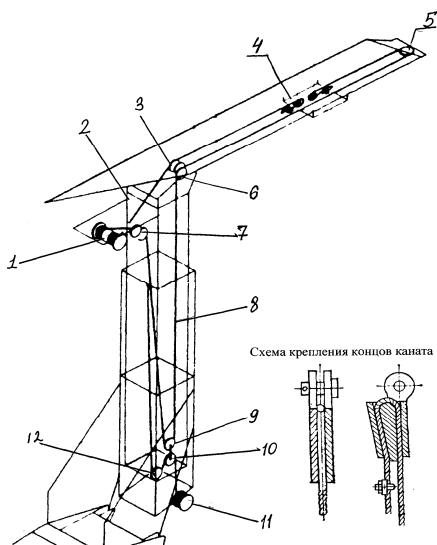


Рис. 6.3. Схема запаски каната передвижения грузовой тележки

Установка башни в вертикальное положение и ее выдвижение осуществляются одним канатом, закрепленным на монтажном барабане (рис. 6.4).

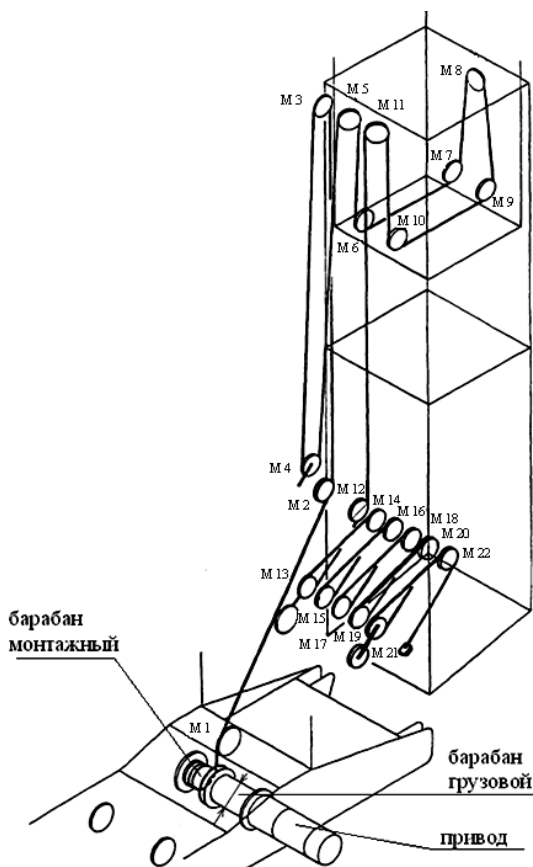


Рис. 6.4. Схема запасовки каната телескопирования башни и установки башни

Блоки М3, М5, М11 и М8 полиспаста телескопирования закреплены в верхней части корневой секции башни, а блоки М6, М7, М9 и М10 – в нижней части выдвижной секции башни. Блоки М12–М22 образуют полиспаст подъема башни.

Схема запасовки каната оттяжки и удержания стрелы показана на рис. 6.5.

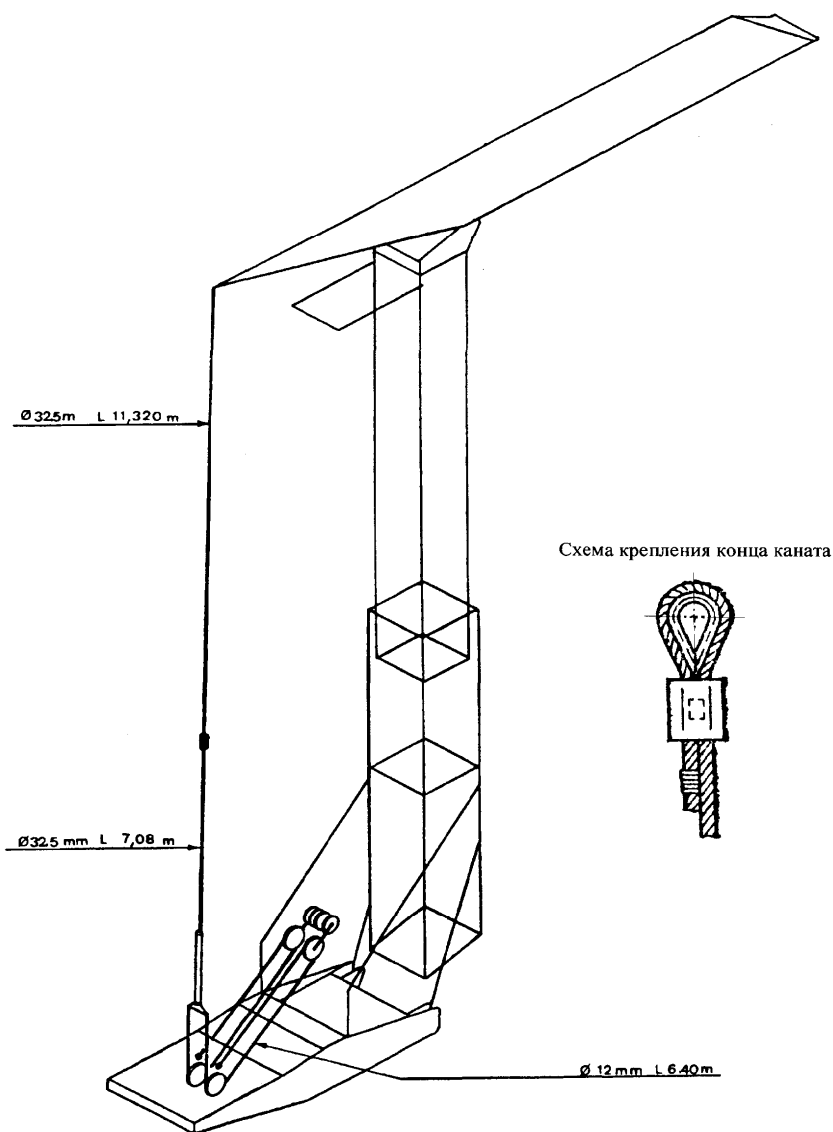


Рис. 6.5. Схема запасовки каната оттяжки и удержания стрелы

При монтаже крана и переводе его из транспортного положения в рабочее кран подключается к электропитанию, барабан грузового

каната фиксируется с помощью специального приспособления и включается вращение монтажного барабана. При этом канатно-блочной системой одновременно осуществляются подъем башни, телескопирование ее секций и подъем стрелы. По мере выдвижения башни увеличивается длина тяги 9 (см. рис. 6.1), удерживающей стрелу в горизонтальном положении.

После установки башни в вертикальное положение и полного выдвижения ее фиксатором стопорится монтажный барабан, а грузовой барабан разблокируется.

Перевод крана из транспортного положения в рабочее заканчивается.

При демонтаже крана все операции осуществляются в обратной последовательности. Опускание верхней секции башни и перевод ее в горизонтальное положение происходят под действием силы тяжести башни и стрелы.

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА МАЧТОВОЙ ПОДЪЕМНОЙ ПЛАТФОРМЫ

З а д а н и е

1. Изучить устройство платформы и принцип ее работы.
2. Изучить механизм подъема платформы.

Общие сведения об устройстве мачтовой подъемной платформы

Подъемная платформа применяется как мачтовая рабочая площадка как с одной или с двумя мачтами. Она предназначена для перевозки людей вместе с инструментами и другого необходимого оборудования, а также материалов для работы на высоте и применима для всех видов работ: монтажа, завершающих работ, штукатурки и окрашивания зданий и промышленных объектов. Устанавливается как внутри, так и снаружи зданий. Платформа управляется вверх и вниз при помощи кнопок на пульте управления, на котором находится также кнопка аварийной остановки.

Платформа имеет основы, мачту и боковые помосты, которые присоединены к главному помосту (рис. 7.1).

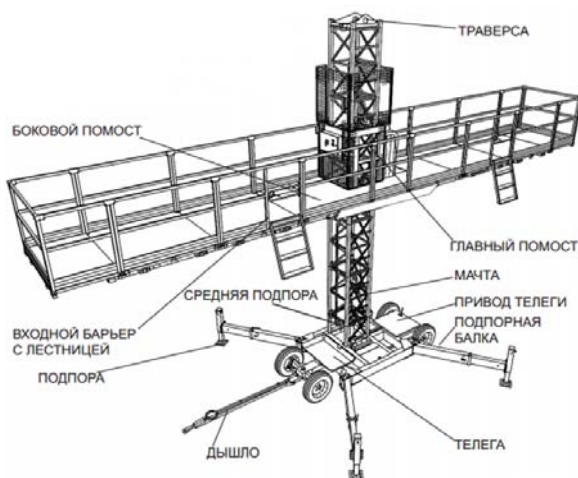


Рис. 7.1. Подъемная платформа

Телега состоит из сварной рамы с четырьмя колесами и четырьмя выдвижными опорами, которые отклоняются. Они применяются для устойчивого положения мачты. Привод телеги облегчает передвижение машины на площадке стройки. Мачта состоит из секций решетчатой конструкции, которые монтируются одна над другой при помощи сегментных болтов (винтов). Выполнены секции из горячеоцинкованной стали. Высота секции составляет 1,25 м, масса – 82 кг. Собранная из секций мачта должна опираться на стену с максимальным интервалом 18 м. На одной стороне секции мачты находится зубчатая рейка привода платформы (рис. 7.2).

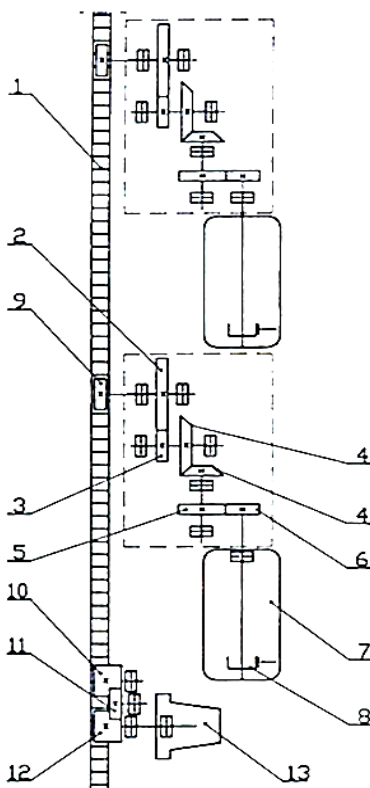


Рис. 7.2. Кинематическая схема механизма подъема:
 1 – зубчатая рейка; 2 – шестерня; 3 – вал-шестерня; 4 – конусный состав;
 5, 6 – шестерня; 7 – электродвигатели; 8 – автоматический тормоз,
 нормально замкнутый; 9, 10, 11, 12 – шестерня; 13 – захватное устройство

Для узких и тесных строительных площадок спроектирована специальная мини-основа. Соединив две одномачтовые подъемные платформы при помощи шарниров, получают двухмачтовую платформу. Это обеспечивает еще более высокую надежность и позволяет увеличить длину платформы с 13,75 до 31,4 м. Кроме того, таким образом можно увеличить грузоподъемность почти вдвое: с 2000 до 4200 кг.

Мачтовая подъемная платформа спроектирована с таким учетом, чтобы монтаж был легким и быстрым. Перед эксплуатацией необходимо произвести монтаж в следующем порядке:

- 1) монтаж телеги;
- 2) болтовое соединение первой секции мачты;
- 3) монтаж приводного механизма;
- 4) монтаж главной платформы;
- 5) монтаж системы кулачков;
- 6) монтаж конечных выключателей.

Технические характеристики платформ представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Технические параметры платформ

Технические данные	SC4000 одномачтовая	SC4000 двухмачтовая
Максимальная длина платформы / грузоподъемность	13,75 м; 2000 кг	31,4 м; 4200 кг
Максимальная свободностоящая высота с полностью выдвинутыми аутригерами	15 м	15 м
Максимальная высота с анкеровкой сверху	25 м	25 м
Максимальная высота с анкеровкой мачты	100 м	100 м
Расстояние между анкерами	18,5 м	18,5 м
Максимальная аутригерная нагрузка	60 кН	60 кН
Максимальный транспортный вес	4000 кг	8000 кг
Скорость подъема	6,0 м/мин	6,0 м/мин

Окончание табл. 7.1

Технические данные	SC4000 одномачтовая	SC4000 двухмачтовая
Горячеоцинкованные мачтовые секции	1256 мм, 82 кг	1256 мм, 82 кг
Устройства безопасности:		
- механический тормоз безопасности	+	+
- аварийная остановка и концевые выключатели	+	+
- электромагнитный тормоз	+	+
- реле аварийного тока	+	+

Лабораторная работа № 8

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА КОМПЛЕКТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА И ЕГО ДОСТАВКИ НА ОБЪЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА

З а д а н и е

1. Изучить устройство и рабочий процесс бетоносмесителей.
2. Изучить назначение и устройство автобетононасоса.
3. В соответствии с вариантом задания вычертить схему оборудования для производства и транспортировки бетона (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Техническая характеристика циклических гравитационных бетоносмесителей

Показатели	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
	Рис. 8.1	Рис. 8.1	Рис. 8.1	Рис. 8.2	Рис. 8.2	Рис. 8.1	Рис. 8.2
Марка бетоно- смесителя	СБ-28	СБ-101	СБ-30	СБ-15	СБ-10А	СБ-94	СБ-103
Вместимость сме- сительного бара- бана, л	100	100	250	500	1200	1500	3000
Объем готового замеса, л	65	65	165	330	800	1000	2000
Частота вращения смесительного барабана, мин ⁻¹	23	30	20	18,2	17	12,6	12,6
Максимальная крупность запол- нителя, мм	40	40	70	70	120	120	120
Мощность двига- теля привода сме- сительного бара- бана, кВт	4,4	0,6	1,0	2,8	13,0	25,0	25,0
Масса бетоно- смесителя, кг	265	213	500	1370	3945	3000	7600
Продолжитель- ность перемешива- ния, с	40	50	60	60	80	120	120

4. В соответствии с заданием определить техническую производительность бетоносмесителя цикличного действия.
5. Изучить методику расчета эксплуатационных показателей бетононасоса.

Общие сведения об устройстве машин и оборудования для производства бетона

Циклические гравитационные бетоносмесители предназначены для приготовления подвижных бетонных смесей, имеющих водоцементное отношение 0,5–0,6 и выше.

Рабочим органом циклических гравитационных бетоносмесителей является вращающийся относительно своей продольной оси барабан, к внутренним стенкам которого под определенными углами прикреплены лопасти.

Наибольшее распространение получили циклические гравитационные бетоносмесители с грушевидным опрокидным и с двухконусным наклоняющимся барабаном.

Бетоносмесители СБ-28, СБ-101 с опрокидным грушевидным барабаном выполнены передвижными на колесном ходу и используются для приготовления бетонной смеси непосредственно на строительных площадках при небольших объемах бетонных работ.

Бетоносмесители с опрокидным барабаном СБ-30, СБ-94 выполняются по принципиальной схеме, приведенной на рис. 8.1.

Смесительный барабан 3 такого бетоносмесителя состоит из двух усеченных конусов и обечайки. Внутри к стенкам барабана 3 прикреплены лопасти. Барабан 3 крепится наглухо на выходном валу редуктора 4, вместе с электродвигателем 5 установленного на поворотной траверсе 2.

Траверса 2 опирается на подшипники рамы и может поворачиваться в них гидро- или пневмоцилиндром 1, шток которого шарнирно соединен с рычагом, наглухо закрепленном на траверсе 2. Бетоносмеситель СБ-30 является передвижным (на полозьях) и имеет скиповый подъемник для загрузки в барабан сухих составляющих, бетоносмеситель СБ-94 – стационарный, а составляющие бетонной смеси загружаются в барабан из грузоприемных ковшей дозаторов.

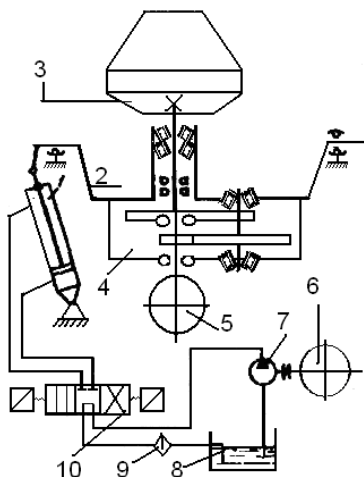


Рис. 8.1. Гравитационный бетоносмеситель с опрокидным барабаном:
 1 – гидроцилиндр; 2 – траверса; 3 – смесительный барабан; 4 – редуктор;
 5, 6 – двигатель; 7 – насос; 8 – бак; 9 – фильтр; 10 – распределитель

Бетоносмесители с двухконусным наклоняющимся барабаном СБ-10А, СБ-15 и СБ-103 выполняются стационарными. Конструктивная схема бетоносмесителей СБ-10А, СБ-15 и СБ-103 приведена на рис. 8.2.

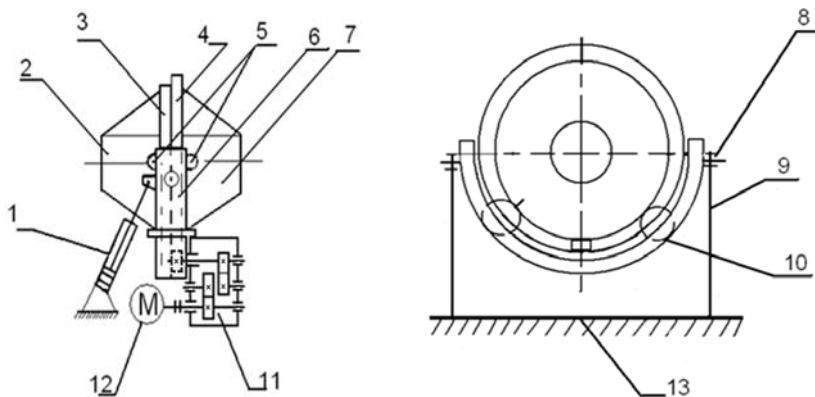


Рис. 8.2. Гравитационный бетоносмеситель с двухконусным наклоняющимся барабаном:

- 1 – гидро- или пневмоцилиндр; 2, 7 – усеченные конусы; 3 – бандаж барабана;
 4 – зубчатый венец; 5 – упорный ролик; 6 – траверса; 8 – цапфа; 9 – стойка;
 10 – опорный ролик; 11 – редуктор; 12 – электродвигатель; 13 – рама

Рабочим органом бетоносмесителя СБ-103 является барабан, состоящий из двух усеченных конусов 2 и 7, соединенных большими основаниями с цилиндрической вставкой. На внешней стороне последней приварены бандаж 3 и зубчатый венец 4. На внутренней стороне барабана закреплены лопасти с уклоном к середине барабана. Бандажем 3 барабан опирается на опорные ролики 10 траверсы 6 и фиксируется на ней тремя парами упорных роликов 5, установленных на осях с обеих сторон траверсы 6. Траверса 6 своими цапфами 8 опирается на подшипники, закрепленные на стойках 9 основной рамы 13.

Электродвигатель 12 и редуктор 11 привода барабана установлены на траверсе 6 и приводят во вращение зубчатый венец барабана. Пневмо- или гидроцилиндр 1 наклона траверсы с барабаном закреплен на одной из стоек 9, а его шток шарниром соединен с кронштейном траверсы 6.

Рабочий цикл гравитационных бетоносмесителей состоит из следующих операций:

- загрузка составляющих бетонной смеси в барабан;
- перемешивание материала;
- нагрузка готовой смеси;
- возвращение барабана в положение загрузки.

Отдозированные сухие составляющие бетонной смеси загружаются в смесительный барабан в зависимости от вместимости бетоносмесителя вручную, скиповым подъемником или из грузоприемных ковшей дозаторов. Затем в барабан подается требуемое количество воды. При этом барабан приводится двигателем во вращение относительно своей оси, расположенной с наклоном примерно 15° к горизонту у бетоносмесителей с грушевидным опрокидным барабаном или относительно горизонтальной продольной оси у двухконусных бетоносмесителей.

При вращении барабана составляющие бетонной смеси под действием сил трения о стенки барабана и между собой, а также лопастями, прикрепленными внутри барабана, поднимаются на некоторую высоту, под действием сил тяжести скользят по лопастям и свободно падают вниз.

При этом различные частицы материала движутся относительно других частиц по пути наименьшего сопротивления и заполняют свободное пространство между более крупными частицами. Для загрузки готовой бетонной смеси барабан опрокидывают соответ-

ствующим устройством горловиной вниз так, чтобы продольная ось его была наклонена под углом около 45° к горизонту.

Определение производительности циклических бетоносмесителей

Техническая производительность циклических бетоносмесителей определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600V}{1000T_{\text{ц}}},$$

где V – объем готового замеса:

$$V = V_{\text{заг}} k_{\text{вых}}, \text{ л};$$

$V_{\text{заг}}$ – вместимость барабана по загрузке сухих компонентов, л;

$k_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода бетонной смеси: $k_{\text{вых}} = 0,65\text{--}0,70$;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с},$$

где t_1 – продолжительность загрузки барабана; при ручной загрузке принимается $t_1 = 40\text{--}50$ с, при загрузке скиповым подъемником $t_1 = 15\text{--}25$ с, при загрузке из грузоподъемных ковшей дозатора $t_1 = 10\text{--}15$ с;

t_2 – продолжительность перемешивания (см. табл. 8.1);

t_3 – продолжительность выгрузки готовой бетонной смеси; для бетоносмесителей с опрокидным и грушевидным барабаном и с двухконусным наклоняющимся барабаном $t_3 = 10\text{--}20$ с, причем большие значения принимаются для бетоносмесителей с большей вместимостью барабана;

t_4 – продолжительность поворота барабана в положение загрузки составляющих смеси; принимается $t_4 = 3\text{--}5$ с.

Основными способами транспортирования бетонных смесей и строительных растворов являются перевозка их автотранспортом от

места приготовления к строительным площадкам, перекачивание по трубопроводам, подача на место укладки в бадьях или других емкостях с помощью кранов.

Определенные требования к конструкции бетонотранспортных средств накладывают такие свойства бетонных смесей и растворов, как схватывание в течение ограниченного времени, расслаивание при перевозках без побуждения, испарение затворителей, подверженность воздействию атмосферных осадков, отрицательных и повышенных температур и т. п. С учетом этих требований, а также неизбежных потерь при транспортировании, сопровождающихся загрязнением окружающей среды, неспециализированные транспортные средства (самосвалы, бадья, бункера и т. п.) повсеместно вытесняются специализированными бетонотранспортными машинами-автобетоносмесителями, автобетоновозами, растворовозами, бетононасосами, растворонасосами, установками для набрызга бетонной смеси.

Наибольшая экономическая эффективность использования бетонотранспортной техники достигается при ее сосредоточении в едином бетоноукладочном комплексе в составе бетононасоса (растворонасоса) и нескольких автотранспортных средств (3–10 автобетоносмесителей), число которых рассчитывают, исходя из условия непрерывного подвоза бетонной смеси и в зависимости от расстояния между бетонным заводом и строительной площадкой. С усовершенствованием организации бетонных работ в состав комплекса также могут быть включены бетоносмесительные установки, а персонал комплекса дополнен бригадой бетонщиков.

Автобетоносмесители предназначены для доставки отдозированных компонентов бетонной смеси, приготовления ее в пути следования или по прибытии на строительный объект, а также доставки готовой смеси потребителю.

Автобетоносмесители представляют собой гравитационные смесители грушевидной формы, установленные на шасси автомобиля (табл. 8.2). В качестве приводного двигателя используется двигатель шасси либо автономный дизель-мотор. Смесительный барабан приводится во вращение либо через механическую передачу, включающую редуктор, цепь и зубчатый венец, закрепленный на барабане, либо через гидромеханическую передачу, включающую гидронасос, гидромотор и планетарный редуктор.

Таблица 8.2

Техническая характеристика автобетоносмесителей

Показатели	СБ-159А	АБС-5	АБС-6	СБ-92В-1
Базовое шасси	КамАЗ-5511		КрАЗ-250	КамАЗ-5511
Привод смесительного барабана	Гидромеханический от дизеля шасси			Механический от автономного дизеля
Максимальный объем перевозимой бетонной смеси, м ³ , в зависимости от плотности ρ , т/м ³ :				
1,8	5,0	5,0	6,0	5,0
2,2	4,0	4,1	5,0	4,0
Время перемешивания, мин	15–20			
Частота вращения смесительного барабана, мин ⁻¹	0–20	0–18	0–12	6–14
Темп выгрузки, м ³ /мин, при подвижности бетонной смеси:				
2–5 см	1			
7–8 см	2			
Наибольшая скорость автобетоносмесителя при полной загрузке на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием, км/ч	60			
Габаритные размеры автобетоносмесителя, мм, не более:				
длина	8000	7350	9540	7350
ширина	2500	2500	2500	2500
высота	3500	3420	3640	3460
Масса автобетоносмесителя, т, не более:				
снаряженного (порожного)	9,75	9,85	12,75	10,15
загруженного	19,15	19,425	24	19,15

Внутри смесительные барабаны имеют винтовые лопасти, обеспечивающие перемешивание бетонной смеси при вращении барабана в одну сторону и разгрузку – при вращении в обратном направлении.

Автобетоносмесители снабжены лоточными загрузочно-разгрузочными устройствами, баками для воды затворения и промывки, аппаратурой для подачи воды под давлением и ее дозирования.

Для обеспечения эксплуатации в зимний период водяной бак, водяные трубы и другую водяную арматуру утепляют.

Общий вид автобетоносмесителя показан на рис. 8.3. Рама 8 технологического оборудования прикреплена к раме шасси 1 автомобиля КамАЗ-5511 с помощью болтов и кронштейнов и представляет собой сварной узел, состоящий из продольной рамы, задней стойки и передней стойки, которая является опорой для редуктора, и бака для воды. На задней стойке установлена роликовая опора барабана из двух роликов 4.

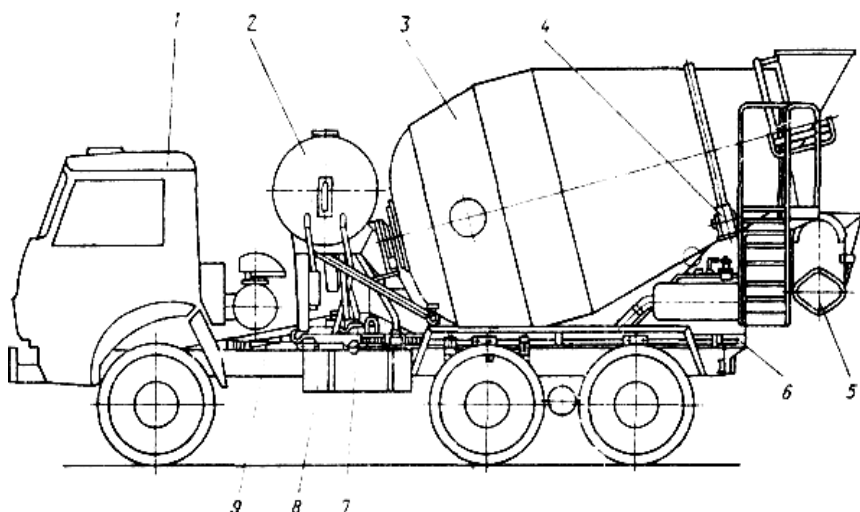


Рис. 8.3. Общий вид автобетоносмесителя:

- 1 – шасси автомобиля; 2 – водяной бак; 3 – смесительный барабан; 4 – ролик;
5 – загрузочно-разгрузочное устройство; 6 – гидромотор; 7 – гидронасос;
8 – рама; 9 – карданный вал

Смесительный барабан 3 выполнен в виде двух усеченных конусов, повернутых друг к другу основаниями и соединенных цилин-

дрической вставкой. Ось барабана имеет наклон 15° . Лопасти смесительного барабана винтовые двухзаходные. В переднем конусе барабана имеются два смотровых люка, через которые можно осуществлять аварийную разгрузку. Передней частью смесительный барабан прикреплен к редуктору; бандажом, установленным на заднем конусе, барабан опирается на роликовую опору.

Загрузочно-разгрузочное устройство 5 состоит из приемного бункера и системы лотков, которые могут поворачиваться относительно друг друга и изменять наклон, обеспечивая выгрузку бетонной смеси в нужном направлении.

Водяной бак 2 выпускается в двух модификациях (емкостью 400 и 800 л), снабжен указателем уровня и водомером. Наполнение бака производится по рукаву. Дозируемая вода сжатым воздухом подается в смесительный барабан через разбрызгиватель; расход воды контролируется по указателю уровня и водомеру. Вода для промывки подается в обход водомера. Для подогрева воды в бак помещен теплообменник гидросистемы.

Для подачи воды используется избыточный сжатый воздух тормозной системы шасси, который через систему вентилей и предохранительный клапан, настроенный на 0,4 МПа, поступает в водяной бак и выдавливает из него воду.

Привод смесительного барабана осуществляется следующим образом. Крутящий момент от двигателя шасси через коробку отбора мощности и карданный вал 9 передается главному гидронасосу 7. От гидронасоса рабочая жидкость поступает в реверсивный гидромотор 6. Рабочее давление в системе составляет 16–20 МПа. Гидромотор соединен с трехступенчатым планетарным редуктором, выходной вал которого вращает смесительный барабан.

Гидросистема автобетоносмесителя включает также подпиточный насос, восполняющий утечки в системе главного гидронасоса и гидромотора, систему клапанов, рукавов высокого давления, бак и теплообменник.

Изменение подачи и направления потока масла (реверсирования подачи насоса) осуществляется изменением угла наклона поворотного корпуса главного насоса, выполненного по аксиально-поршневой схеме. При изменении угла от нуля до максимума в ту или иную сторону гидромотор вращает смесительный барабан по часовой стрелке или против нее.

Процессом загрузки и выгрузки управляют с выносного пульта, расположенного на задней стойке рамы; процессом побуждения в пути следования можно управлять из кабины водителя.

На рис. 8.4 представлена кинематическая схема автобетоносмесителя.

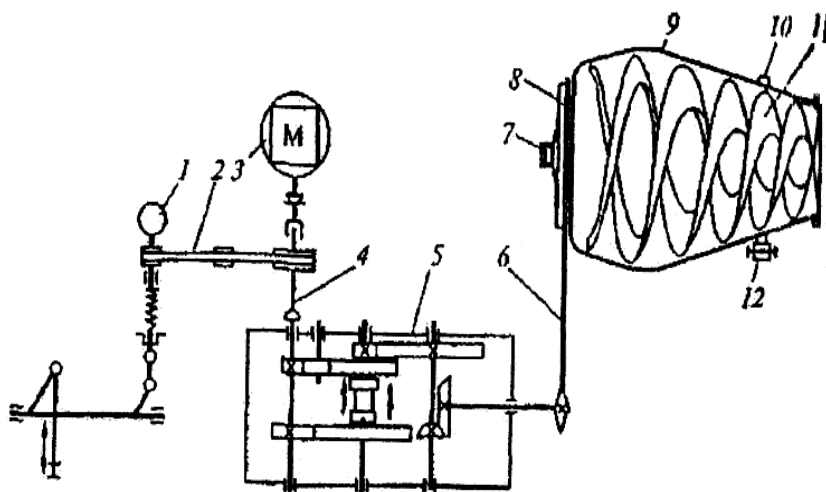


Рис. 8.4. Кинематическая схема автобетоносмесителя:

1 – насос; 2 – клиноременная передача; 3 – двигатель; 4 – карданный вал; 5 – редуктор; 6 – цепная передача; 7 – центральная цапфа; 8 – ведомая звездочка; 9 – барабан; 10 – гладкий бандаж; 11 – две спиральные лопасти; 12 – опорные ролики

Объем перевозимой бетонной смеси V_6 и геометрическая вместимость смесительного барабана V_r автобетоносмесителей связаны зависимостью

$$V_6 = V_r k,$$

где k – коэффициент загрузки.

При перевозке готовых бетонных смесей принимают $k \leq 0,5-0,6$. Нижнее значение k соответствует условиям транспортирования сухих компонентов с последующим приготовлением бетонной смеси в автобетоносмесителе. Верхнее значение k соответствует условиям перевозки готовой бетонной смеси.

Мощность привода смесительного барабана рассчитывают по формуле

$$N = \frac{M_6 n_6}{\eta_m \eta_{гп}},$$

где M_6 – момент на валу смесительного барабана, соответствующий режиму загрузки и перемешивания, определяется экспериментально; для автобетоносмесителей с объемом перевозимой смеси 5 м^3 $M_6 = 1500 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

n_6 – частота вращения смесительного барабана в режиме загрузки и перемешивания;

η_m – КПД механической передачи;

$\eta_{гп}$ – КПД гидравлической передачи.

Бетононасосы предназначены для перекачивания по трубам (бетоноводам) бетонных смесей, принимаемых из автотранспортных средств, и подачи смесей к месту укладки. Их применяют во всех областях гражданского, промышленного и сельского строительства. Дополнительные возможности создает использование бетононасосов в комплекте с автономными бетонораспределительными стрелами-манипуляторами.

Технические характеристики насосов представлены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Технические характеристики бетононасосов

Показатели	СБ-126Б	СБ-126Б-1	БН-80-20М	СБ-161
Тип	Автобетононасос			Стационарный
Базовое шасси	КамАЗ-53213		КрАЗ-250	–
Производительность максимальная, $\text{м}^3/\text{ч}$	65			60
Давление (максимальное) на бетонную смесь, МПа	6			
Подвижность перекачиваемой бетонной смеси (осадка конуса), см	6–12		4–12	6–12

Окончание табл. 8.3

Показатели	СБ-126Б	СБ-126Б-1	БН-80-20М	СБ-161
Наибольшая крупность заполнителя, мм	50		40	40
Высота подачи бетонной смеси стрелой (максимальная), м	21		20	–
Вылет стрелы, м	18		17	–
Объем приемной воронки, м ³	0,6		0,4	0,6
Высота загрузки, мм	1400			
Габаритные размеры, мм:				
длина	10 000		9887	5500
ширина	2500		2500	1850
высота	3800		3700	1500
Масса конструктивная, кг	17 000	19 100	19 750	5400
Рабочая температура окружающего воздуха, °С	От +40 до –5	От +40 до –40	От +40 до –30	От +40 до –5

Использование бетононасосов требует высокой степени организации работ на строительной площадке. Экономическая эффективность применения бетононасосов резко возрастает с увеличением объемов сменной выработки. Это определяется как факторами, общими для всех строительных машин, так и необходимостью выполнения специфических трудоемких вспомогательных работ – подачи пускового раствора для смазывания бетоноводов, промывки и очистки рабочих органов и бетоноводов при перерывах в работе, а также перекладывания и фиксации стационарных бетоноводов.

Бетононасосы классифицируются по принципу действия, способу передвижения и установки, типу приводного двигателя.

По принципу действия конструкции серийно выпускаемых бетононасосов разделяются на поршневые и роторно-шланговые (перистальтические).

По способу передвижения и установки различают автобетононасосы на базе автомобильных шасси (рис. 8.5), прицепные на колесном ходу и стационарные на рамах.

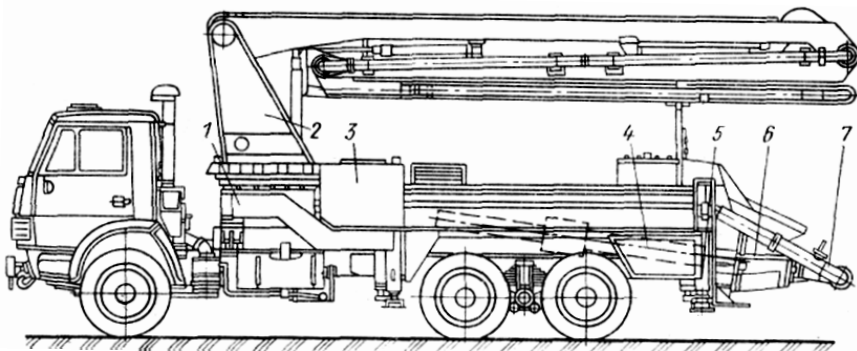


Рис. 8.5. Автобетононасос:

- 1, 5 – выдвижные опоры; 2 – бетонораспределительная стрела-манипулятор;
3 – водяной бак; 4 – качающий узел; 6 – загрузочная воронка;
7 – нагнетательный бетоновод

Источником энергии в автобетононасосах является дизель шасси или автономный дизель. Прицепные и стационарные бетононасосы могут быть оборудованы как дизелями, так и электродвигателями.

В бетононасосах всех типов можно выделить следующие основные узлы, смонтированные на общей раме (см. рис. 8.5): загрузочную воронку 6, привод, качающий узел 4, нагнетательный бетоновод 7, вспомогательные механизмы. Автобетононасосы, как правило, снабжены бетонораспределительной стрелой-манипулятором 2. Привод всех современных бетононасосов является гидравлическим при большом разнообразии принципиальных схем.

Качающий узел поршневого бетононасоса состоит из цилиндропоршневой группы 5 и бетонораспределителя 3, поочередно направляющего нагнетаемую бетонную смесь в бетоновод 2 (рис. 8.6), при этом процесс нагнетания имеет циклический характер.

Качающий узел роторно-шланговых бетононасосов (рис. 8.7) выполнен в виде ротора, несущего два-три прижимных ролика и вращающегося внутри барабана, при этом ролики обкатываются по шлангу, уложенному по внутренней поверхности барабана, и выжимают бетонную смесь из шланга в бетоновод. Благодаря образуемому в шланге разрежению в него из приемной воронки всасываются новые порции бетонной смеси. Таким образом процессы всасывания и нагнетания осуществляются практически непрерывно.

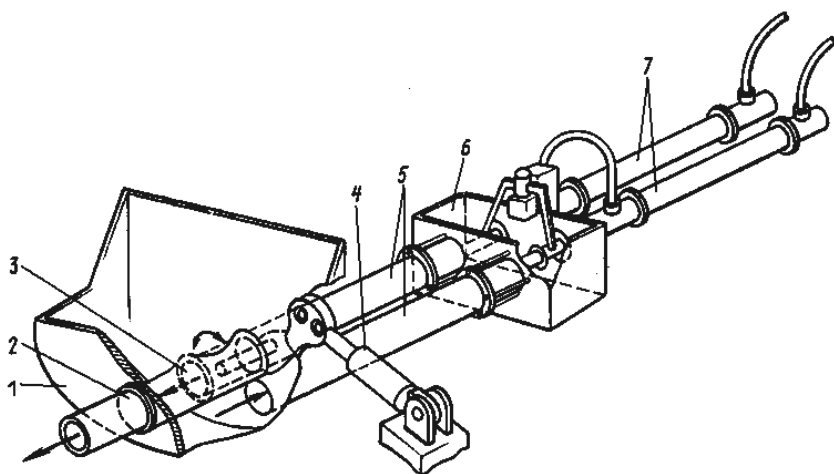


Рис. 8.6. Качающий узел поршневого бетононасоса:
 1 – загрузочная воронка; 2 – бетоновод; 3 – бетонораспределитель;
 4 – гидроцилиндр перемещения; 5 – бетонотранспортный цилиндр;
 6 – промывочная воронка; 7 – главный цилиндр гидропривода

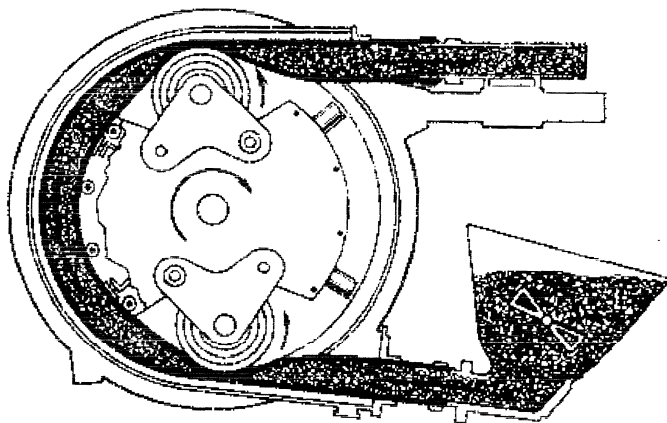


Рис. 8.7. Качающий узел роторно-шлангового бетононасоса

Поршневые бетононасосы развивают давление на бетонную смесь 6 МПа и более, но при этом отличаются сложностью гидросхем привода. Роторные бетононасосы развивают давление не более 3 МПа, но благодаря простоте конструкции отличаются большей надежностью и простотой обслуживания.

Бетоноводы бетононасосов собирают из отрезков труб с внутренним диаметром 100–125 мм, соединяемых между собой быстросъемными замками с резиновыми манжетными уплотнениями. Назначение бетоноводов – подача бетонной смеси от качающего узла к месту укладки. В автобетононасосах бетоноводы прикрепляют к раме и бетонораспределительной стреле-манипулятору.

Стационарные и прицепные бетононасосы нагнетают бетонную смесь в бетоноводы, проложенные по строительной площадке и ее сооружениям.

Бетонораспределительные стрелы автобетононасосов состоят из трех и более шарнирно сочлененных секций, раскладывающихся с помощью гидроцилиндров.

Вспомогательные механизмы – компрессор и водяной насос – обеспечивают промывку и очистку рабочих органов бетононасоса после работы. Бетоновод очищается шарами из губчатой резины, продавливаемыми под давлением, создаваемым компрессором. Прочие узлы технологического оборудования отмываются от бетонной смеси струей из шланга, присоединенного к водяному насосу.

Автобетононасосы, предназначенные для работы при отрицательных температурах, оборудованы кабинами операторов и снабжены системами обогрева технологического оборудования.

Автобетононасос СБ-126Б имеет качающий узел, состоящий из цилиндропоршневой группы и бетонораспределителя (см. рис. 8.6).

В цилиндропоршневую группу входят два бетонотранспортных цилиндра 5 диаметром по 180 мм, поршни которых приводятся в движение штоками главных цилиндров 7 гидропривода диаметром по 100 мм. Между цилиндрами гидропривода и бетонотранспортными цилиндрами расположена промывочная воронка 6, в которую перед работой бетононасоса заливается вода с целью смазывания рабочих поверхностей бетонотранспортных цилиндров и их обрезиненных поршней.

Поршни бетонотранспортных цилиндров работают в противофазном режиме: когда один из них обеспечивает всасывание бетонной смеси, другой синхронно осуществляет такт нагнетания, после завершения которого этот поршень в свою очередь становится всасывающим, а первый нагнетающим и т. д. Выходные отверстия нагнетающих цилиндров попеременно соединяются с бетоноводом 2 с помощью поворотного бетонораспределителя 3, помещенного в за-

грузочную воронку 1 и выполненного в виде трубчатого тройника. Перемещения бетонораспределителя осуществляются с помощью двух плунжерных гидроцилиндров 4.

Согласованная работа всех гидроцилиндров в автоматическом режиме обеспечивается принципиальной гидросхемой (открытого типа), включающей три насоса и ряд гидрораспределителей с гидравлическим управлением. Привод всех насосов осуществляется от дизеля шасси КамАЗ-53213 через коробку отбора мощности.

Бетонораспределительная стрела 2 (см. рис. 8.5) с вылетом 18 м состоит из трех секций коробчатого сечения: первая (корневая) секция поднимается спаренными гидроцилиндрами диаметром 100 мм, вторая – цилиндром диаметром 125 мм и третья – цилиндром также диаметром 100 мм.

Корневая секция стрелы шарнирно закреплена на стойке, установленной на поворотном круге. Поворот стрелы на 360° осуществляется гидромотором через зубчатое зацепление, венец которого входит в конструкцию поворотного круга.

Бетоновод 7, проложенный вдоль всех секций стрелы, заканчивается резинотканевым шлангом длиной 5 м. В местах шарнирного соединения секций стрелы секции бетоновода также имеют поворотные уплотненные соединения.

В рабочем положении автобетононасос устанавливают на выдвижные опоры 1 и 5.

Вспомогательные механизмы – компрессор и водяной насос имеют гидравлический привод, каждый из них развивает давление до 0,7 МПа. Вода в водяной насос поступает из бака 3 вместимостью 400 л.

Управление работой качающего узла 4 и бетонораспределительной стрелы 2 осуществляется с помощью выносного пульта, снабженного кабелем длиной 18 м. Вспомогательные механизмы и выдвижные опоры управляются со стационарного пульта.

Основными показателями технической характеристики бетононасоса являются производительность Q и давление на бетонную смесь p . Произведение этих величин дает в общем виде формулу затрачиваемой мощности

$$N = \frac{Qp}{\eta_m \eta_{гп}}, \quad (8.1)$$

где $\eta_{\text{м}}$ – механический КПД привода;

$\eta_{\text{гп}}$ – КПД гидропривода.

Как видно из выражения (8.1), при ограниченной мощности приводного гидронасоса максимальные значения Q и p не могут быть достигнуты одновременно.

Различают теоретическое $Q_{\text{т}}$ и техническое $Q_{\text{п}}$ значения производительности.

Теоретическая производительность

$$Q_{\text{т}} = 60 \frac{\pi D^2}{4} L n, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где D – диаметр бетонотранспортного цилиндра, м;

L – ход бетонотранспортного поршня, м;

n – суммарное число ходов бетонотранспортных поршней в минуту.

Техническая производительность

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{т}} \eta_{\text{б}},$$

где $\eta_{\text{б}}$ – объемный КПД бетонотранспортного цилиндра.

Значения $\eta_{\text{б}}$, характеризующие заполнение бетонотранспортного цилиндра при всасывании, обусловлены реологическими свойствами бетонных смесей. Для наиболее распространенных марок $\eta_{\text{б}} = 0,7-0,9$.

Давление на бетонную смесь p , развиваемое бетонотранспортным поршнем, определяется по формуле

$$p = p_{\text{г}} \frac{d^2}{D^2} - \Delta p_{\text{г}},$$

где $p_{\text{г}}$ – давление в гидросистеме, максимальное значение которого задается настройкой предохранительного клапана;

d – диаметр главного гидроцилиндра;

$\Delta p_{\text{г}}$ – потери в гидросистеме, составляющие около $0,1 p_{\text{г}}$.

Лабораторная работа № 9

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА «АМКОДОР-211»

З а д а н и е

1. Изучить, устройство и рабочий процесс многофункционального погрузчика «Амкодор-211».
2. Вычертить принципиальную схему погрузчика.
3. Определить эксплуатационную производительность многофункционального погрузчика «Амкодор-211».

Общие сведения об устройстве многофункционального погрузчика «Амкодор-211»

Одноковшовые погрузчики представляют собой самоходные универсальные машины, предназначенные для механизации погрузочных, землеройно-погрузочных и строительно-монтажных работ. Универсальность погрузчиков обеспечивается наличием широкой номенклатуры быстросъемных сменных рабочих органов: ковшей различных типов и вместимостей, виловых, челюстных и монтажных захватов, крановых без блочных стрел, навесных рыхлителей, буров и др.

Одноковшовые погрузчики классифицируют:

- по типу ходового устройства – на гусеничные и пневмоколесные;
- расположению рабочего органа относительно двигателя – с передним и задним расположением;
- способу разгрузки рабочего органа – с разгрузкой вперед, назад (через себя) и в бок (в одну или обе стороны).

Рабочий процесс погрузчика состоит из нескольких операций:

1. Набор грунта (материала) и подъем рабочего оборудования.
2. Транспортирование материала к месту выгрузки (в отвал или транспорт).
3. Выгрузка.
4. Возвращение к месту набора.

Погрузчик с бортовым поворотом «Амкодор-211» (рис. 9.1) предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных и земляных ра-

бот на грунтах I, II категорий и других работах в стесненных условиях для использования в промышленном и гражданском строительстве, в коммунальном хозяйстве, выполнения складских работ, для уборки территории, ремонта покрытий рабочих площадок и подъездных путей и т. д.

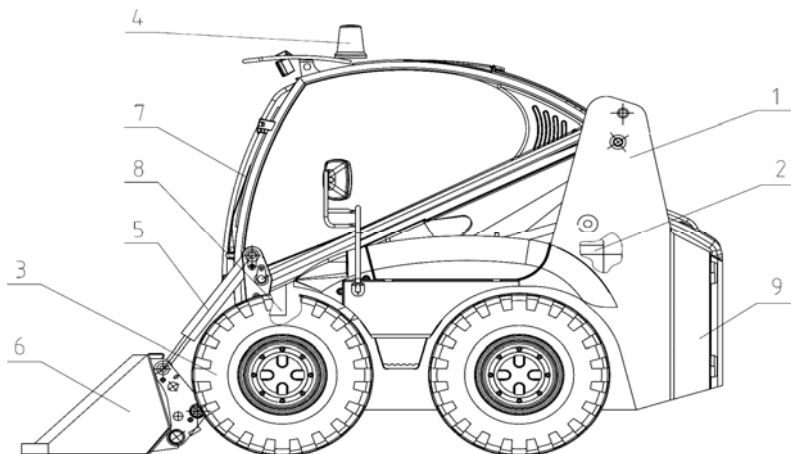


Рис. 9.1. Погрузчик «Амкодор-211»:

- 1 – рама; 2 – силовая установка; 3 – ходовая часть; 4 – электросистема;
5 – гидросистема; 6 – рабочее оборудование; 7 – кабина;
8 – система отопления и вентиляции; 9 – облицовка

Погрузчик предназначен для эксплуатации в районах с умеренным климатом в диапазоне температур окружающего воздуха от +40 до –20 °С. Основные технические данные погрузчика «Амкодор-211» приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Основные технические данные машины «Амкодор-211»
(при оснащении основным ковшом)

Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, т	1,2
Вместимость основного ковша номинальная, м ³	0,59

Окончание табл. 9.1

Наименование параметра	Значение
Высота разгрузки при угле разгрузки 45° и максимальном подъеме, мм	2400
Вылет режущей кромки ковша при угле разгрузки 45° и максимальной высоте разгрузки, мм	400
Габаритные размеры и весовые характеристики	
Длина в транспортном положении, мм	3520
Ширина режущей кромки ковша, мм	2100
Высота по кабине, мм	2275
Колея, мм	1510
База, мм	1190
Минимальный радиус поворота по наружной кромке ковша в транспортном положении, мм	2500
Масса эксплуатационная, кг	3800
Дизель	
Модель	Д-243
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	57,4 / (78,1) при 2200 мин ⁻¹
Трансмиссия	
Тип	Гидрообъемная, закрытая, с независимым приводом бортов ходовой части
Количество насосов трансмиссии	2
Количество гидромоторов	2
Передаточное число	41,6
Скорость передвижения, км/ч	0–12
Ходовая часть	
Шины	12.4L-16
Давление в шинах, передние/задние, МПа (кгс/см ²)	0,29 (2,9)
Электросистема	
Напряжение номинальное, В	24
Тип электрооборудования	Однопроводная электро-система, минусовые клеммы соединены с корпусом («массой») машины

Погрузчик (см. рис. 9.1) состоит из следующих основных сборочных единиц: рамы 1, силовой установки 2 с гидронасосами, ходовой части 3 с приводом, электросистемы 4, гидросистемы 5, рабочего оборудования 6, кабины 7 с рабочим местом оператора, системы 8 отопления и вентиляции кабины, облицовки 9.

Рама является базовым элементом, на котором монтируются все агрегаты и системы машины. Кроме того, в ее задней вертикальной части образованы полости для размещения рабочей жидкости гидросистемы (в нижней половине левого полупортала) и топлива дизеля (в нижней половине правого полупортала).

В задней части рамы на резиновых амортизаторах установлена силовая установка 2 с насосной станцией гидросистемы. Кабина 7 с рабочим местом оператора установлена также на резиновых амортизаторах с возможностью ее опрокидывания вперед для обеспечения доступа к агрегатам гидросистемы привода хода при обслуживании и ремонте. В кабине расположены сиденье оператора, органы управления, пульт с контрольно-измерительными приборами, бачок омывателя стекол (слева от сиденья), отсек с крышкой (за сиденьем) для размещения аптечки, огнетушителя, руководства по эксплуатации погрузчика, личных вещей и крючок для одежды (на правой стенке сзади). Ходовая часть с приводом смонтирована с обеих сторон рамы. Аккумуляторные батареи (АКБ) расположены в передних ящиках крыльев облицовки.

Управление ходом и рабочим оборудованием – гидравлическое и осуществляется посредством двух ручных блоков управления, смонтированных в кабине на пультах по обе стороны сиденья оператора и блока управления активным рабочим органом.

Рабочее оборудование состоит из стрелы 1 (рис. 9.2), двух тяг 2, двух рычагов 3, сцепки 4 с гидроцилиндром 5 и сменных рабочих органов 8 (различные ковши, бульдозерный отвал, щетка и т. д.), устанавливаемых на сцепку посредством быстросменного устройства. Наличие в рабочем оборудовании тяг 2 и рычагов 3 обеспечивает параллельное перемещение рабочего органа при подъеме (опускании) стрелы. Быстрая замена одного рабочего органа другим с рабочего места оператора обеспечивается быстросменным устройством на сцепке 4. Маневрируя стрелой и сцепкой, оператор посредством пальцев, расположенных на сцепке, захватывает рабочий орган за крюки, приваренные на нем, и гидроцилиндрами 7 поворота ковша

сцепку вместе с присоединенным рабочим органом запрокидывает на себя до совмещения отверстий под замочные пальцы на сцепке и рабочем органе, после чего гидроцилиндром 5 задвигает замочные пальцы 6 в совмещенные отверстия с обеих сторон. Для обслуживания машины с поднятой стрелой необходимо на шток стрелового цилиндра 9 установить упор 10, который закреплен изнутри на заднем капоте.

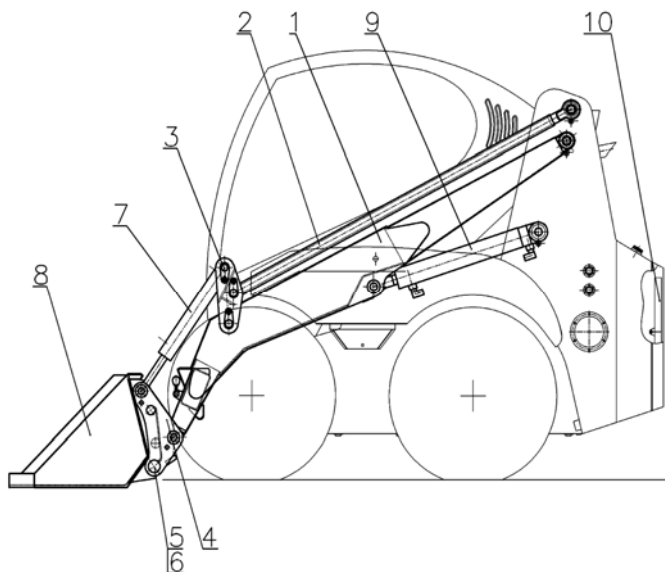


Рис. 9.2. Рабочее оборудование погрузчика

Погрузчик «Амкодор-211» имеет большой набор сменного рабочего оборудования (рис. 9.3) как с пассивными, так и с активными рабочими органами.

Установку пассивных рабочих органов, для которых не нужна дополнительная гидравлическая функция, производят без выхода водителя-оператора из кабины в следующей последовательности:

- сцепку наклоняют вперед, при этом пальцы двухстороннего гидроцилиндра должны быть втянуты;
- подъезжают к рабочему органу и оси сцепки вводят в зацепление с крюками рабочего органа;
- приподнимают рабочий орган;

- сцепку запрокидывают «на себя» до упора рабочего органа в сцепку в зоне отверстий под замочные пальцы;
- фиксируют рабочий орган, выдвинув замочные пальцы двухстороннего гидроцилиндра.



Рис. 9.3. Сменное рабочее оборудование погрузчика «Амкодор-211»

Снятие пассивных органов производят в обратном порядке.

Установка на погрузчик активных рабочих органов, для которых нужна дополнительная гидравлическая функция, осуществляется в такой же последовательности, как и установка пассивных рабочих органов.

Дополнительно необходимо:

- заглушить дизель, рукояткой блока управления рабочими органами выполнить два-три перемещения для снятия остаточного давления в трубопроводах, идущих к сменным рабочим органам;
- выйти из кабины и отсоединить разрывные муфты рукавов сцепки и трубопроводов погрузчика, расположенных по поперечной балке стрелы;
- посредством разрывных муфт рукава рабочего органа и трубопроводы машины соединить по поперечной балке стрелы.

Для исключения попадания на муфту и штекер посторонних частиц при эксплуатации машины с рабочими органами, не требующими их подключения к гидросистеме машины, муфта и штекер на стреле погрузчика должны быть заглушены защитными пробкой и колпаком.

При эксплуатации и хранении машины с рабочим органом, подключенным через муфту и штекер к гидросистеме машины, защит-

ные колпаки и пробки необходимо соединить между собой для исключения попадания посторонних частиц на их поверхности, а в дальнейшем – и в гидросистему машины.

Снятие активных органов производится в обратном порядке.

Эксплуатационная производительность погрузчика, оборудованного как одноковшовый экскаватор, определяется по формуле

$$\Pi_9 = \frac{3600V k_n k_b}{t_{\text{ц}} k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где V – вместимость ковша, м^3 ;

k_n – коэффициент наполнения ковша;

k_b – коэффициент использования экскаватора по времени:

$k_b = 0,85$;

k_p – коэффициент разрыхления грунта.

Продолжительность цикла

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{пк}} + t_{\text{п}} + t_{\text{м}} + t_{\text{р}} + t_{\text{о}}, \text{ с},$$

где $t_{\text{к}}$ – продолжительность копания, с;

$t_{\text{пк}}$ – время поворота ковша, с;

$t_{\text{п}}$ – время подъема стрелы, с;

$t_{\text{м}}$ – время маневрирования, с;

$t_{\text{р}}$ – время разгрузки, с;

$t_{\text{о}}$ – время опускания стрелы, с.

Л и т е р а т у р а

1. Вавилов, А. В. Введение в инженерное образование / А. В. Вавилов. – Минск : БНТУ, 2007. – 313 с.
2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – М. : Высшая школа, 2001. – 575 с.
3. Афанасьев, А. А. Технология строительных процессов / А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов, В. Я. Копылов. – М. : Высшая школа, 2001. – 464 с.
4. Добронравов, С. С. Строительные машины и оборудование : справочник / С. С. Добронравов, М. С. Добронравов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2006. – 445 с.: ил.
5. Домбровский, Н. Г. Строительные машины : в 2 ч. / Н. Г. Домбровский, М. И. Гальперин. – М. : Высшая школа, 1985. – 224 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1

Изучение устройства и работы объемного гидропривода
строительных машин..... 3

Лабораторная работа № 2

Изучение устройства и определение
производительности бульдозеров 18

Лабораторная работа № 3

Изучение устройства одноковшовых экскаваторов
с гидравлическим и канатным приводом и определение
их эксплуатационной производительности..... 28

Лабораторная работа № 4

Изучение конструкций дизель-молотов
и вибропогружателей 36

Лабораторная работа № 5

Изучение устройства и рабочего процесса
башенного крана серии КБ 48

Лабораторная работа № 6

Изучение устройства быстромонтируемого башенного крана 57

Лабораторная работа № 7

Изучение устройства мачтовой подъемной платформы 64

Лабораторная работа № 8

Изучение устройства комплекта машин и оборудования
для производства бетона и его доставки
на объект строительства..... 68

Лабораторная работа № 9

Изучение устройства и рабочего процесса
многофункционального погрузчика «Амкодор-211»..... 85

ЛИТЕРАТУРА 92

Учебное издание

МЕХАНИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Практикум

для студентов специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составители:

ВАВИЛОВ Антон Владимирович
ГАРОСТ Митрофан Митрофанович
ПЕРЕДНЯ Леонтий Иванович и др.

Редактор *Т. Н. Микулик*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 15.03.2017. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,46. Уч.-изд. л. 4,27. Тираж 150. Заказ 594.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.